

Б. Г. Камилов, И. И. Халилов



SGP The GEF
Small Grants
Programme
UZBEKISTAN



УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА



Программа Малых Грантов
Глобального Экологического Фонда в Узбекистане.

Институт зоологии
Академии наук Республики Узбекистан.

Б.Г. Камилов, И.И. Халилов.

**УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ
КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМА
ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ
В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА**

Baktria press
Ташкент - 2017

УДК 626.885(575.1)

ББК 47.2(5У)

К 18

Камилов, Б. Г.

Установки замкнутого водоснабжения как перспективная система выращивания рыбы в условиях Узбекистана [Текст] : учебное пособие. - Ташкент : Baktria press, 2017. - 72 с.

Учебное пособие выполнено в рамках проекта Программы Малых Грантов Глобального Экологического Фонда (ПМГ ГЭФ) в Узбекистане «Развитие интенсивной аквакультуры как эффективный метод снижения нагрузки на популяции рыб в зарегулированном бассейне Аральского моря»

Изложенные в настоящей публикации взгляды и выводы выражают только точку зрения авторов и не являются официальной точкой зрения ООН, включая ПРООН или стран членов ООН.

Содействие ПРООН Узбекистану направлено на достижение общих, взаимосвязанных целей: оказание поддержки Правительству в ускорении реформ в области устойчивого экономического развития, эффективного государственного управления, адаптации к изменению климата и охраны окружающей среды.

www.uz.undp.org

ISBN 978-9943-5091-7-7

© Программа Малых Грантов Глобального
Экологического Фонда в Узбекистане, 2017

© Институт зоологии Академии наук
Республики Узбекистан, 2017

© Baktria press, 2017

Содержание

Введение	5
Экстенсивная и интенсивная аквакультура	5
Открытые и закрытые системы разведения	7
Общие требования к УЗВ	10
Цель данного учебного пособия	11
Основы создания УЗВ	12
Загрязнение воды в УЗВ	12
Систематика загрязнений	13
Механические фильтры	14
Гравитационные отстойники	14
Экранные фильтры	15
Фильтры с гранулированным субстратом	16
Биологические фильтры	17
Аммоний	17
Окисление аммония до нитритов	18
Принцип работы биофильтров	18
Конкретные типы биофильтров	19
Еще несколько советов для капельного биофильтра	24
Определение размеров биофильтра	24
Химическая фильтрация	25
Параметры воды и их регулирование в УЗВ	26
Кислород, растворенный в воде	26
Место установки аэраторов в УЗВ	29
Дегазация	30
Температура воды	31
Водородный потенциал (pH) воды	31
Профилактика болезней в УЗВ путем подготовки воды	32
Ультрафиолетовое излучение	42
Озонация	43
Описание оригинальной узв собственной конструкции	44
Концепция УЗВ	45
Описание узлов УЗВ	48
Дополнение	52
Выращивание рыбы	54
Критически допустимое содержание рыб в системе	57

Периоды, этапы, стадии онтогенеза рыб	58
Периодизация рыбоводного процесса	60
Некоторые нормы выращивания рыб в УЗВ	63
Перевозка рыб	63
Подращивание личинок	64
Выращивание мальков	64
Выращивание фингерлингов	65
Выращивание товарной рыбы	65
Некоторая информация по африканскому сомику	69
Заключение	69

ВВЕДЕНИЕ

Рыба относится к самым ценным продуктам питания. К сожалению, в Узбекистане уровень потребления рыбы в настоящее время довольно низкий: он составляет около 2 кг на человека в год, в то время как среднемировой показатель превысил 19 кг/год. И этому есть объективные причины. Наша страна расположена в центре самого большого материка, в отдалении от Мирового океана – основного поставщика рыбы. Протекают здесь всего две большие (Сырдарья и Амударья) и две менее крупные (Кашкадарья и Зарафшан) реки, воды которых расходуются на орошение. Все реки начинаются в высочайших горах Нагорной Азии, вода в них, в пределах гор и предгорий, чистейшая. Достигая равнин, реки текут по степям и пустыням. В таких условиях не может образоваться сколько-нибудь значительная естественная кормовая база, а значит, и не прокормятся массивные рыбные стада. Поэтому местные рыбные ресурсы с промышленной точки зрения мизерны, и обусловлено это объективными причинами. Сколько рыбы ловят на наших диких водоемах? Уловы варьируют от 6 до 15 тысяч тонн в год. А сколько рыбы нужно для обеспечения полноценного питания населения, для достижения среднемирового уровня ее потребления? Более 400 тысяч тонн в год!

Есть очень перспективное направление: аквакультура/рыбоводство – выращивание рыбы в искусственных условиях, с осуществлением различных мероприятий, способствующих увеличению продукции. Именно рыбоводство в Узбекистане стало основным производителем рыбы. В настоящее время в республике производят около 35-40 тысяч тонн рыбы в год.

Что же представляет собой этот способ производства рыбы?

Рыбовод создает искусственно условия, благоприятные для выбранного им одного вида рыбы (либо очень ограниченного их количества), устраняет любую конкуренцию этого вида с другими, а также причины, приводящие к гибели рыб. Для этого создается водоем для содержания рыбы, причем есть несколько их типов: пруд, бассейн, садок, загон. В этом водоеме рыбовод содержит культивируемые виды рыб в большой концентрации, в сотни и тысячи раз превышающей концентрацию рыб этого вида в естественных условиях.

К настоящему времени разработаны различные системы выращивания рыб, которые различаются степенью управления и рыбопродуктивностью.

Экстенсивная и интенсивная аквакультура

Аквакультура в Узбекистане появилась фактически в начале 1960-х годов, начавшись с разведения карповых в прудах. Эта технология и сегодня является основной в республике.

При такой технологии рыба питается организмами естественной кормовой базы, развитие которых рыбовод стимулирует внесением удобрений. Основным объектом разведения является белый толстолобик, питающийся мелкими водорослями. Кроме этого, в прудах разводят пестрого толстолобика, карпа и белого амура. Разведение рыбы в прудах, полностью за счет питания организмами естественной кормовой базы, в географических условиях нашей республики позволяет получать 1-1,5 тонны продукции с одного гектара. Такие системы разведения называют экстенсивными.

Количество выращиваемой в пруду рыбы, например, карпа, можно увеличить, если дополнительно к удобрениям вносить корма. Системы, при которых рыба в пруду питается как организмами естественной кормовой базы, так и вносимыми кормами, называют уже полунтенсивными. Тогда количество карпа можно увеличить, а значит и увеличить урожай. В условиях Узбекистана таким образом можно производить 2 и даже 3 тонны с каждого гектара пруда. Эта система высокорентабельна, очень технологична. Но она связана с рядом ограничений, поскольку:

- требует площадей и воды, причем в зоне орошения. В условиях дефицита воды и поливной земли в Узбекистане это ограничение очень серьезно: в республике просто нет дополнительных водных ресурсов, чтобы обустроить большое количество новых прудов;
- позволяет производить только толстолобика, карпа и белого амура. Разведение других рыб в промышленных масштабах при этой системе не возможно;
- эту технологию можно использовать только в специальных рыбоводных прудах, но нельзя в озерах, водохранилищах, реках и каналах. Т.е. большая часть водоемов республики остается не охвачена аквакультурой.

Остановимся на себестоимости рыбы, в которой, как показывает мировая практика, основной статьей затрат являются корма (60-70%). В 1960-х годах технологи стали выпускать комбинированные корма из разных ингредиентов, при использовании которых карп показал более быстрый рост, продуктивность прудов также выросла. Содержание протеина (важнейший показатель качества кормов) составлял 12–28%. Такие корма – относительно дешевые. Кормовой коэффициент их не превышает 4,5–5, т.е. при внесении 4,5–5 кг кормов рыбовод получает 1 кг массы карпа.

На рубеже 1980–90-х годов в мировой аквакультуре была разработана теоретическая основа и начат выпуск высокопродукционных комбикормов. Эти корма стали сбалансированными: рыба получает из них все необходимые

питательные вещества, включая витамины. Кроме того, они являются высоко-белковыми, содержание протеинов в них 30–55% и выше. Для более эффективного потребления рыбой кормов их выпускают в виде гранул.

Результатом использования таких кормов стал намного более быстрый рост рыбы. Кормовой коэффициент же их сократился до 1-1,5, - т.е. при внесении в рыбоводный водоем 1-1,5 кг кормов можно добиться прироста биомассы рыбы в 1 кг.

Естественно, эти корма имеют более высокую стоимость. Для экономики рыбоводства выгодно минимизировать потери кормов; весь вносимый корм должен быть съеден. Чтобы повысить вероятность потребления каждой гранулы корма, рыбоводы резко увеличили плотность посадки рыбы. Произошел переход к интенсивному рыбоводству, при котором естественная кормовая база не нужна: рост рыбного поголовья происходит полностью за счет питания веществами, искусственно вносимыми в водоем в виде кормов.

В интенсивных системах уверенно производят от 50 до 200 кг/м³ рыбы. Рыбоводы получили возможность значительно сократить размеры водоемов. Десятки и сотни тонн рыбы можно теперь получать с десятков и сотен квадратных метров водоема. Резко повысилась отдача единицы площади земли и воды. Появились технологии выращивания рыбы в самых разных уже имеющихся водоемах.

Сегодня, благодаря этим технологиям сбережения и комплексного использования земельных и водных ресурсов, интенсивное рыбоводство дает продукции с единицы объема воды в тысячи раз больше, чем экстенсивное или полупинтенсивное. Таким образом, очевидно, что, при дефиците водных и земельных ресурсов, для создания новых рыбоводных прудов в Узбекистане необходимо, вдобавок к имеющимся экстенсивным и полупинтенсивным рыбоводным хозяйствам, осваивать интенсивную аквакультуру.

Открытые и закрытые системы разведения

Есть положительная зависимость между оптимальным рационом рыбы (количеством вносимого за день корма) и температурой воды. При температуре, близкой к оптимальной, рацион увеличивают до определенного уровня для получения быстрого роста рыбы. Рацион обычно рассчитывают в процентах от общей биомассы рыбы в водоеме. Для разных размерно-возрастных групп оптимальный рацион различается: для личинок - 8-15%, для мальков – 5-7%, для товарной рыбы – 1,5-3% в сутки. Сегодня все производители кормов указывают рекомендуемый рацион на основе своей продукции, в зависимости от размера рыб и температуры воды. К этим рекомендациям следует

относиться очень и очень внимательно и строго придерживаться их, так как они получены в результате тщательных методических разработок.

В прудах, проточных бассейнах и садках рыб содержат при естественной температуре воды, которая меняется в зависимости от времени года. Если в тропических регионах весь год температура в общем стабильная, то в умеренном климате температура воды в водоеме на протяжении года сильно меняется, а значит, следует постоянно менять рацион. Мы привыкли считать, что Узбекистан – край теплый. Но нельзя забывать, что зимой у нас среднемесячная температура воздуха даже в южных районах опускается ниже 5°, вода в водоемах поверхностного стока несколько месяцев в году холодная, ее температура по всей республике – ниже 10°. Вода в озерах, прудах замерзает на 1,5 месяца. Летом же стоячие водоемы могут прогреваться выше 28°.

Все сказанное означает, что в Узбекистане быстрый рост тепловодной рыбы (на примере карпа) происходит только с июня по сентябрь, т.е. четыре месяца. В апреле-мае, октябре-ноябре этот рост продолжается, но не быстро, а остальные пять-шесть месяцев, с ноября по апрель, рыба зимует. Именно поэтому даже при высокопродуктивных кормах рыбоводам в открытых условиях для выращивания товарной рыбы требуется минимум два года (точнее - два лета): в первый год - до 25-30 г, во второй - до товарной навески. К открытым системам относят прудики и пруды, проточные бассейны, садки, загоны. При этом в прудиках, бассейнах, садках могут быть интенсивные системы разведения.

В то же время при оптимальной температуре можно добиться выращивания товарной рыбы от стадии личинки за пять-шесть месяцев. Создание постоянных условий стало возможным в системах, где воду, вытекающую из рыбоводного водоема, очищают от загрязнений (остатков кормов, продуктов жизнедеятельности рыбы), корректируют по основным рыбоводным показателям качества и снова подают в рыбоводный бассейн. При этом температура воды в системе регулируется. Такие системы называют закрытыми (от внешних условий). В них происходит постоянная циркуляция воды (т.е. рециркулирование).

В международной практике такие системы известны, как рециркуляционные системы аквакультуры (RAS—recirculating aquaculture system), в русскоязычной литературе применяют аббревиатуру УЗВ (установки замкнутого водоснабжения). Этому термину мы и будем придерживаться (хотя английское обозначение, по нашему мнению, – более понятное и корректное).

Развитие УЗВ имеет ряд ограничений.

Во-первых, для функционирования этих установок необходим постоянный

аварийный автономного источника электроэнергии. Во-вторых, требуются высокие первоначальные инвестиции. В-третьих, каждая УЗВ – это полноценный проект, который надо сконструировать, рассчитать, создать и внедрить. Тиражировать УЗВ не так легко. Т.е., если вы постройте УЗВ на 100 тонн в ангаре, то на другие 100 тонн вам надо будет конструировать новую УЗВ и новый ангар. Но в результате создания УЗВ рыбовод будет иметь самую высокорентабельную систему рыбоводства для условий сезонного климата за счет ускорения роста рыбы и коротких циклов ее выращивания.

К преимуществам УЗВ относятся:

Во-первых, минимальная потребность в земельной площади и воде. Например, УЗВ в помещении размером со школьный спортивный зал позволяет производить 200-300 тонн обыкновенного сома (рис. 1).



Рис. 1. УЗВ мощностью 300 т/год для выращивания обыкновенного сома (Германия).

Второе – УЗВ независимы не только от погоды, но и от уровня режима в поверхностном стоке, что делает их особенно привлекательными для бассейна Аральского моря. УЗВ не связаны с речной или ирригационной системой. Достаточно залить их в первый раз, а в дальнейшем уже только восполнять воду, потерянную в виде испарений и пролитых брызг. Для УЗВ можно использовать скважины с забором подземной воды. Т.е. эти установки лучше строить

ближе к рынкам сбыта, дому рыбовода, дорогам, другим удобным местам с развитой инфраструктурой.

Третье - в выборе объектов разведения УЗВ независимы от географического положения. Так как условия поддерживаются искусственно, то их можно создать оптимальными для видов рыбы совсем из другого климата, например, для тропических. Отметим, что есть инженерные отличия УЗВ для пресноводных и морских, тепловодных и холодноводных рыб. Но и морскую рыбу можно разводить в нашем регионе.

Четвертое - в УЗВ самый быстрый (для условий сезонного климата) производственный цикл. Например, многие виды рыб можно разводить не одно поколение за два года, а два поколения за один год.

Отметим, что УЗВ – это высокотехнологичные системы, представляющие собой сложный инженерный и биологический комплекс. Эффективность работы УЗВ во многом зависит от грамотного дизайна, качества оборудования, выбранной технологической и экономической модели и ряда других факторов. Рыбоводам, планирующим использование УЗВ, и предпринимателям, заинтересованным этим видом бизнеса, необходимы базовые знания. Дать эти знания – и есть задача данной книги.

Общие требования к УЗВ

Сразу отметим, что рыбу в установках замкнутого водоснабжения разводят только в интенсивных условиях с продуктивностью 40 кг/м³ и выше. При этом необходима вода хорошего качества. В УЗВ качество воды поддерживают искусственно, за счет постоянной работы оборудования. Для этого необходим надежный постоянный источник энергии. Вода в бассейне, загрязняющаяся в результате жизнедеятельности рыбы, постоянно направляется в систему фильтров для очистки. При этом происходят водопотери за счет испарения и вследствие работы узлов системы; эти потери восполняются добавлением новых небольших порций воды. Температуру воды регулируют и поддерживают на определенном уровне.

Есть разные подходы к дизайну УЗВ, проектирование их обусловлено многими причинами: объемом финансирования, видом рыбы, планируемым урожаем и др. Требования к качеству воды зависят от условий, необходимых как для рыбы, так и для жизнедеятельности бактерий, которые определяют работу биофильтра. К основным параметрам качества воды относят:

- температуру;
- количество растворенного в воде кислорода;
- количество растворенного углекислого газа;

- pH;
- концентрацию ионов аммония, нитритов;
- концентрацию взвесей (прозрачность воды);
- щелочность;
- некоторые другие.

Цель данного учебного пособия

Есть много различных моделей, схем, компоновок УЗВ. На мировом рынке поставщиков этих установок присутствуют очень известные фирмы, хорошие дизайнеры, что позволяет приобретать УЗВ «под ключ» либо готовыми блоками. Но есть и другой путь: создать установку замкнутого водоснабжения самостоятельно. Именно таким путем пошли мы – авторы данного учебного пособия, ихтиологи, рыбоводы, работающие в рыбоводстве Узбекистана с 1981 года. Два года, 2008-й и 2009-й, ушли на подготовку, изучение мировой литературы по данному вопросу, анализ нашей местной специфики. Перед нами стоял выбор: купить дорогостоящую готовую УЗВ либо собрать ее самим из отдельных узлов. Мы решили разработать собственную оригинальную схему УЗВ, в которой можно использовать самые обычные строительные материалы. Ориентировались при этом на рыбопродуктивность порядка 30-40 кг/м³. Использовать в нашей УЗВ решили один насос и минимум оборудования, чтобы можно было потреблять как можно меньше энергии.

Разработав такую схему, мы обратились в ПМГ ГЭФ, которая и выделила на этот проект грант, позволивший создать задуманную УЗВ. Процесс создания и способ эксплуатации установки замкнутого водоснабжения по нашей схемеподробно отражены в данном пособии: в первой части его излагаются теоретические основы работы УЗВ, во второй описана схема установки.

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ УЗВ

При содержании рыбы, как уже говорилось выше, необходима вода хорошего качества, соответствующая требованиям для данного вида. Причем для разных видов рыбы требования эти могут различаться. Какие же параметры характеризуют воду с рыбоводной точки зрения? Укажем их.

Температура воды должна быть оптимальной для культивируемого объекта либо близкой к ней, тогда рыбы растут быстро, наиболее эффективно усваивают корма, устойчивы к болезням. При необходимости воду в УЗВ постоянно подогревают (ниже будет рассказано, как это сделали мы) или, наоборот, охлаждают.

Количество растворенного кислорода должно быть достаточным как для самой рыбы, так и для жизнедеятельности микроорганизмов биофильтра. Считают, что минимальное содержание растворенного кислорода для большинства видов рыб должно быть не ниже 5 мг/л.

Как следить за содержанием кислорода в воде? Лучше всего приобрести оборудование для оперативных измерений и регулярно анализировать качество воды. Для этого используют портативный термооксиметр. Но можно использовать набор химической посуды и реактивы и измерять скляночным методом. Методы гидрохимического анализа качества воды описаны в специальной литературе. Можно заключить договор с гидрохимической лабораторией, специалисты которой будут регулярно приезжать и делать анализы.

Количество растворенного аммонийного азота и нитритов. Аммонийный азот и нитриты являются продуктом разложения кормов и фекалий рыб. Их необходимо удалять из воды. В УЗВ для этого используют биологическую фильтрацию. В биофильтре есть субстрат, на котором обитают колонии бактерий, окисляющих аммоний в нитриты, нитриты в нитраты и далее в азот. Главное, чтобы при конструировании УЗВ была предусмотрена достаточная площадь субстрата для образования колоний нитрифицирующих бактерий.

Подготовка воды. Важно очистить воду от загрязнений, но не менее важно повысить ее качество до оптимального за счет регуляции температуры, аэрации. Чтобы УЗВ хорошо работала, нужно обеспечить постоянный ток воды во всей системе. Это делают за счет работы насосов. Полный обмен воды в рыбоводном бассейне должен осуществляться 1–4 раза за час.

Загрязнение воды в УЗВ

УЗВ – система замкнутая, не имеющая связи с водоемами, поэтому загрязнения не могут попадать в нее с поверхностного стока; источник загрязнений – это остатки корма и продукты жизнедеятельности рыб.

Загрязнения напрямую влияют на качество воды: при разложении бактерий тратится кислород и образуется аммонийный азот, который далее превращается в нитриты. И то и другое токсично для рыб. Если загрязнения (остатки кормов и фекалии рыб) оставить в рыбоводном бассейне, то качество воды будет ухудшаться, что вызовет сначала замедление роста рыбы, а затем ухудшение ее здоровья и гибель.

Из сказанного очевидно, насколько важен выбор кормов для рыбы, ведь именно корма являются основным источником загрязнений. Чем лучше корма, тем меньше загрязнений, тем меньше нагрузки на узлы УЗВ, тем чище вода в системе.

Напомним, что у традиционных комбикормов для прудового рыбоводства кормовой коэффициент равен в лучшем случае 4-5. Т.е. из 4-5 кг внесенных кормов на прирост рыбы в итоге тратится 1 кг. А куда деваются остальные 3-4 кг? Загрязняют воду!

У современных же сбалансированных кормов кормовой коэффициент - около 1: при 1 кг внесенных в воду кормов рыба прирастает на 1 кг. Т.е. такие корма полностью утилизируются и в итоге намного меньше загрязняют воду. Подробнее о кормах мы поговорим в специальном разделе ниже.

Понятно, что рыбовод хочет получать как можно больше прибыли. Основные направления его деятельности – увеличение плотности посадки рыбы и скорости ее роста. Увеличение же биомассы рыбы в бассейне увеличивает, соответственно, и количество загрязнений.

Первое требование при использовании УЗВ: загрязнения должны удаляться из рыбоводного бассейна как можно быстрее. Чем дольше они будут оставаться в системе, тем меньше будут в размерах, так как крупные частицы будут измельчаться насосами, фильтрами, поворотами труб и т.д. А более мелкие частицы труднее удалять. Оставленные в УЗВ загрязнения будут разлагаться и потреблять кислород, производить аммоний, углекислый газ, т.е. продолжать оказывать негативное воздействие на всю систему в целом. При этом процесс разложения отходов будет носить кумулятивный характер.

Отходы надо удалять из УЗВ, разложив до состояния, не представляющего опасности для рыб и для всей окружающей среды.

Систематика загрязнений

Загрязнения делят на три категории:

- осаждающиеся;
- взвешенные;
- растворенные.

Эти категории могут переходить одна в другую: со временем осаждающиеся взвеси разрушаются до взвешенных и далее – до растворенных. Приняли же такое деление потому, что разные категории загрязнений очищаются разными узлами УЗВ. В самом общем виде осаждающиеся взвеси в УЗВ удаляют механическим фильтром, взвешенные – химическим, растворенные – биологическим. В пресноводных УЗВ химические фильтры обычно не создают, их функцию выполняет биофильтр.

Механические фильтры

Осаждающиеся загрязнения - взвеси – самые крупные по размерам частиц, они могут оседать в воде (наиболее крупные частицы) или находиться во взвешенном состоянии. Воду от взвесей очищают с помощью различных механических фильтров.

Одну группу механических фильтров называют гравитационными фильтрами (или отстойниками). В них используют следующее свойство: крупные частицы в стоячей воде осаждаются в течение 20–60 минут. Другая группа - экранные фильтры: в них загрязненную воду пропускают через пористые экраны, задерживающие взвеси, частицы которых крупнее размера пор, а через поры проходит чистая вода. К ним близки фильтры, в которых загрязненную воду пропускают через субстрат; функцию пор в них выполняют пустоты, создаваемые субстратом.

С инженерной точки зрения разница между осаждающимися и взвешенными частицами в одном: взвешенные частицы медленнее оседают в воде. С точки зрения технологической – особой разницы во влиянии этих частиц на качество воды нет. Считают, что осаждающиеся взвеси достаточно эффективно удаляются гравитационными фильтрами; для взвешенных частиц применяют экранные фильтры и фильтры с субстратами из гранулированного материала. Ясно, что фильтры для взвешенных частиц полностью очистят воду и от осаждающихся взвесей, но тогда нагрузка на них увеличится, их надо будет чаще чистить, иначе они будут быстрее засоряться и терять эффективность.

Гравитационные отстойники

Метод основан на разнице в плотности воды и взвесей. Чем больше плотность частицы, тем быстрее идет осаждение. Осаждающиеся взвеси имеют силу тяжести около 1,19, при этом осаждение проходит при разнице удельной массы с водой 0,19. В стоячей или медленно текущей воде такие взвеси осаждаются на дно. Следовательно, можно создать специальный водоем, в котором взвеси будут осаждаться на дно. Как правило, достаточно от 15 до 60 минут нахождения воды в отстойнике.

Инженеры при проектировании фильтров очистки воды обычно рассчитывают на 15-20 минут,— это время, за которое в хорошо сконструированном отстойнике выпадет в осадок большая часть частиц крупнее 100 микрон.

Отстойники легко делать, в них нет движущихся частей, но периодически их надо очищать от осадка. Если отстойник является внешним, т.е. это специальный водоем вне рыбоводного бассейна, то очищать его достаточно легко, особенно с помощью специального оборудования. Однако у отстойников сравнительно большие размеры; кроме того, взвеси-то осядут на дно, но они все равно остаются в системе и портят качество воды. Поэтому нужно предусмотреть возможность убирать осажденные взвеси со дна. Для этого у отстойника можно сделать V-образное дно: тогда взвеси будут стекать в центр, а из центра осадок можно убирать током воды или насосом, сифоном.

Следует помнить: для эффективной работы всей УЗВ необходимо соответствие размеров системы и отстойника, а также мощности насоса для удаления осадка. Объем отстойника должен составлять минимум 15% от общего объема воды в УЗВ, — тогда в воде, которая проходит через него, взвеси успеют осесть и вода осветлится до пригодного состояния.

Отстойник часто создают в виде большого бассейна с медленным током воды. Но можно повысить эффективность отстойника разными инженерными решениями, например - дополнительно тормозить скорость течения воды в нем. Этого можно добиться, разместив в отстойнике субстрат, уменьшающий скорость тока воды, способствующий осаждению взвесей и т.д. Это своеобразный экран, имеющий поры гораздо более широкие по сравнению с экранными фильтрами. Именно таким путем пошли мы в своей разработке, — об этом расскажем в соответствующем разделе.

Экранные фильтры

Действие этого типа фильтров основано на пропускании загрязненной воды через материал с мелкими отверстиями - порами, который служит экраном для фильтрации. Вода проходит через поры, а частицы взвесей, размер которых крупнее диаметра пор, не проходят. Таким образом, экран задерживает взвеси в зависимости от диаметра пор.

Экран следует постоянно очищать от задержанных частиц взвесей. В разных системах этого добиваются различными методами. Каждая система фильтра имеет свои преимущества и ограничения. Самая простая конструкция— стационарный экранный фильтр, в котором экран натянут просто на рамку по поперечному сечению водопроводящего водоема, например, в отстойнике у выхода. Однако такой фильтр быстро загрязнится (поры забьются частицами

взвесей). Для эффективной работы экран надо часто очищать, что увеличивает затраты рабочей силы. По этой причине такие стационарные фильтры из одной рамки в УЗВ не используют. Усовершенствование экранных фильтров идет по пути увеличения площади соприкосновения экрана и очищаемой воды и очистки загрязненного экрана.

Основное преимущество экранных фильтров перед гравитационными: малые размеры, относительно малые потери воды (только во время обратного тока воды на промывание). Основной недостаток: промышленные фильтры, особенно малых размеров, стоят достаточно дорого.

Экраны также натягивают на барабаны, на диски, устанавливают в виде наклонных ремней, – вследствие этого различают фильтры дисковые, барабанные, ременные; схемы таких фильтров приведены на рисунке 2. Сами экраны очищают от загрязнений механически (щетками) или промывают обратным током воды. Сейчас для этих целей выпускаются специальные водные пылесосы.

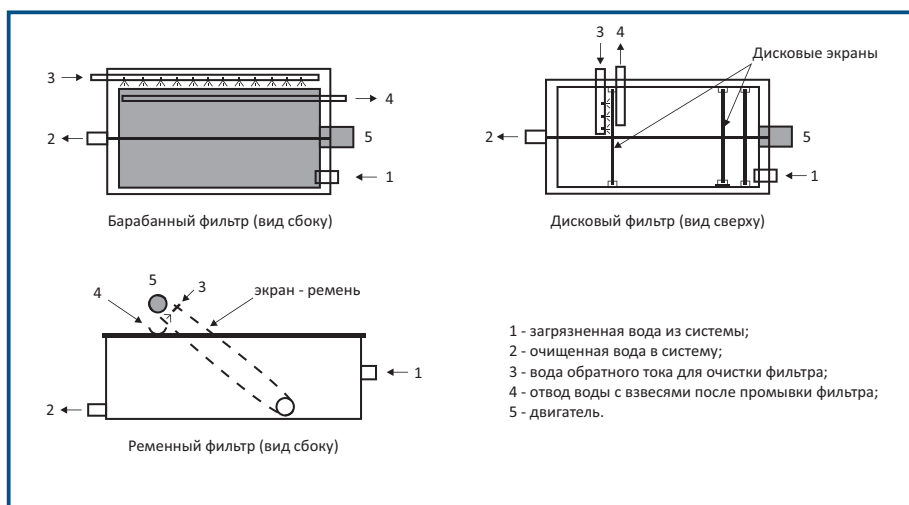


Рис. 2. Схемы экранных механических фильтров.

Фильтры с гранулированным субстратом

В таких фильтрах загрязненную воду пропускают через слой субстрата из мелких гранул (песок, гравий, пластмассовые гранулы и т.д.). Взвеси или прилипают к субстрату, или задерживаются в пространстве между гранулами. Через какое-то время фильтр загрязняется (закупоривается), его надо или заменить, или промыть. Для промывки слоя субстрата надо расширить его объем, раздвинуть гранулы. Промывку проводят вне зоны работы фильтра

либо обратным током воды, не останавливая работу фильтра. Первоначально применяли в основном песочные фильтры. Позже в качестве субстрата стали использовать пластмассовые гранулы размером 3-5 мм.

Биологические фильтры

Важно понять круговорот азота в водоеме как экосистеме. Являясь одним из важнейших компонентов всех форм жизни, азот содержится во всех белковых соединениях. Есть он, соответственно, и в составе всех кормов для рыбы.

Часть кормов будет съедена рыбами, другая часть останется в бассейне и будет разлагаться. В результате разложения белковых молекул (переваривание пищи в организме рыбы или разложение остатков корма в воде) всегда образуется аммоний. Т.е. аммоний поступает в рыбоводный бассейн двумя путями: или смывается с жабр рыб и из фекалий этих же рыб, или продуцируется бактериями-сапрофитами при разложении остатков корма в бассейне.

Аммоний

Аммоний может присутствовать в воде в двух формах, постоянно переходящих друг в друга: ионизированной и не ионизированной. Ионизированная форма – ион аммония (NH_4^+) – не токсична для рыб, неионизированная – аммиак (NH_3) – токсична. В аквакультуре используют термин «общее количество аммонийного азота» (TAN – The Total Ammonia Nitrogen), т.е. сумма ионизированной и неионизированной форм. Доля аммиака в общей доле аммонийного азота зависит от pH, температуры воды. Определяют концентрацию аммония либо скляночным методом, либо используя специальное оборудование – анализаторы воды. Практики аквакультуры судят об объеме выделяемого аммония, основываясь на количестве вносимого корма: количество аммония примерно равно 2,5-3% от массы внесенных кормов.

Если уровень аммония в воде рыбоводного водоема повышается – это сигнал тревоги. Вода может стать токсичной настолько, что вся рыба погибнет, причем очень быстро.

В случае повышения уровня аммония возможны следующие шаги:

- понизить pH воды, – но это задача трудно выполнимая из-за экономических затрат;
- снизить норму кормления, но это ведет к постепенному снижению концентрации NH_4 ;
- увеличить проточность воды, чтобы сначала разбавить концентрацию аммония, а затем заменить загрязненную воду на чистую. Именно этот

обратимся к еще одной группе соединений из круговорота азота в водоеме – нитритам.

Окисление аммония до нитритов

В соответствии с химическими реакциями в азотном цикле аммоний окисляется до нитритов. В водоемах это осуществляют нитрифицирующие бактерии рода *Nitrosomonas*. Эти бактерии используют аммоний как энергетический ресурс для роста, при этом азот переходит в нитриты. Отметим, что нитриты также токсичны для рыбы (хотя и меньше, чем аммоний). В норме нитриты не присутствуют в природной воде, возрастание их концентрации происходит в случае нарушения азотного цикла, вызванного избытком азота, поступающего за счет протеина кормов.

Куда же деваются нитриты, которые также токсичны для рыбы? В водоемах бактерии рода *Nitrobacter* утилизируют нитриты как источник энергии и в результате своего обмена веществ преобразуют их в нитраты. Нитраты уже не создают проблему для аквакультуры, можно считать, что они для рыбы не токсичны. Исследования показали, что водные объекты выдерживают значительные концентрации нитратов (более 200 мг/л). На практике они в УЗВ не достигают таких уровней. Здесь, как и в других водоемах, нитраты подвергаются дальнейшим преобразованиям, пока не перейдут, благодаря аэробным бактериям, в азот, который поступает в атмосферу.

Таким образом, в УЗВ надо создать условия, при которых вода очищается от аммония и нитритов до их преобразования в нитраты и азот. Такой подход был разработан и получил название биологической фильтрации, когда, благодаря созданию благоприятных для их размножения и роста условий бактерии *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* утилизируют аммоний и нитриты.

Отметим, что в УЗВ концентрация нитритов должна быть в течение длительного времени не более 0,1 мг/л и, в любом случае, меньше 0,2 мг/л.

Принцип работы биофильтров

Чтобы обеспечить благоприятные условия для развития нитрифицирующих бактерий, надо создать субстрат, на котором эти бактерии будут жить, создавать колонии. Скорость утилизации аммония и нитритов зависит от концентрации этих веществ в воде, уровня растворенного кислорода, температуры воды и площади субстрата для образования колоний, скорости течения воды через субстрат. Т.е., чем больше рыбы в рыбоводном водоеме, тем больше вносят кормов, тем больше будет аммония, тем больше нужно бактерий (чтобы очистить воду), а для этого надо обеспечить большую площадь субстрата для образования колоний нитрифицирующих бактерий. Как показыва-

ет практика, определение необходимой площади субстрата для конкретной УЗВ – важнейший вопрос на стадии расчетов схемы и дизайна УЗВ. Лучше поручить такие расчеты экспертам.

От чего зависит площадь субстрата в организационном плане? От качества самого субстрата. Какой материал используют в качестве субстрата? Хорошо подходят разные пластмассы. Важнейшим показателем качества субстрата является соотношение площади для колонизации (которую измеряют в м^2) к единице объема, занимаемого субстратом в пространстве (объем измеряют в м^3). Исходя из этого, субстрат биофильтра характеризуют величиной, измеряемой в $\text{м}^2/\text{м}^3$. Например, производитель субстрата указывает величину $200 \text{ м}^2/\text{м}^3$; это означает, что в одном кубическом метре, занимаемом данным субстратом, будет 200 м^2 поверхности для колонизации бактериями.

Производители субстрата указывают еще одну полезную информацию – нитрифицирующую способность в $\text{г}/\text{м}^3/\text{сутки}$, т.е. количество общего аммонийного азота (в граммах), которое может утилизировать 1 кубометр субстрата за сутки. Хотите создать хорошую УЗВ? Обязательно узнайте эти показатели субстрата и используйте их для определения объема биофильтра, который вы будете использовать в своей УЗВ!

Таким образом, бактерии растут в колониях, которые имеют вид развивающейся на поверхности субстрата биопленки (похожа на слизь). Основной заботой при дизайне биофильтра является создание условий для оптимальной толщины биопленки. В чем тут проблема? С одной стороны, ток воды может отрывать куски толстой биопленки, т.е. уменьшать размеры колоний. С другой - бактерии растут быстро, и их колонии могут закупорить субстрат, что затормозит ток воды (вплоть до полной его остановки) и снизит нитрифицирующую способность биофильтра. Т.е. необходимо обеспечивать неограниченный ток воды во всем объеме субстрата биофильтра, но стараться замедлить скорость тока у поверхности самого субстрата.

Отметим, что разработаны различные типы биофильтров, и разработки постоянно продолжаются. Разнообразие биофильтров в мировой практике можно систематизировать, разделив биофильтры на несколько типов. У каждого типа есть преимущества и ограничения. Мы не будем на них подробно останавливаться, ограничимся общим кратким обзором.

Конкретные типы биофильтров

Фильтры с расширяющимся субстратом (Expandable media filters) - в реакторе между двумя экранами плавает слой гранул (шариков), через который проходит загрязненная вода. Поверхность гранул является субстратом для биопленки.

Пластиковые шарики в таких фильтрах имеют показатели до $1150\text{--}1475\text{ м}^2/\text{м}^3$. Способность нитрификации составляет $300\text{--}330\text{ г}/\text{м}^3/\text{сутки}$. Т.е. фильтр способен очищать воду при внесении 13 кг корма в сутки на м^3 субстрата. Очень эффективные фильтры, занимают мало места, но дороги (рис. 3).

Вращающиеся биологические фильтры (Rotating biological contactors) – субстрат помещен в барабан, вращающийся на оси, ось находится на поверхности воды (рис. 3). Таким образом, часть барабана (и субстрата) погружена в воду (около 40%), часть – находится в воздухе. Барабан постоянно вращается, и субстрат, вращаясь вместе с ним, то погружается в воду, то снова оказывается в воздушной среде. Благодаря этому в воздухе происходит смена углекислого газа (производимого рыбой и бактериями) на кислород, что необходимо для работы бактерий.

Современные биофильтры имеют показатели субстрата $150\text{--}200\text{ м}^2/\text{м}^3$, скорость нитрификации достигает $60\text{--}80\text{ г}$ общего азота/ $\text{м}^3/\text{сутки}$.

Псевдосжиженный (проточный, слоистый) фильтр (Fluidized bed filters) – затопленный цилиндр или бак, частично заполненный мелко гранулированным субстратом (кстати, хорошо подходит песок) (рис. 3). Работа биофильтра состоит из двух фаз: фильтрация и промывка субстрата. Во время фильтрации ток воды регулируется так, чтобы расширение субстрата не превышало 50%. Воду пропускают через слой песка в количестве и со скоростью, достаточными для поднятия и расширения этого слоя (появляется своеобразная текучесть песка), чтобы частицы песка были способны двигаться, точнее – не прикасаться друг к другу. Однако (!!) подающий ток воды не должен быть настолько сильным, чтобы поднять песок и вынести его из корпуса фильтра.

Когда биопленка начинает закупоривать фильтр, включают вторую фазу – промывку, для чего увеличивают ток воды для выноса песчинок из реактора. Песок промывают или заменяют. Биофильтр имеет показатель $12000\text{--}20000\text{ м}^2/\text{м}^3$, нитрифицирующая способность может быть $600\text{--}1200\text{ г}/\text{м}^3$. Однако для этого фильтра требуется больше энергии. Песочный фильтр, в отличие от орошаемого, не насыщается кислородом из воздуха, поэтому ему необходима вода с высоким уровнем кислорода. Для этого можно использовать аэрацию или оксигенацию.

Перемешивающиеся фильтры (Mixed bed reactors) – схема схожа с псевдосжиженным фильтром, только в качестве субстрата используют пластиковые гранулы, которые постоянно перемешиваются. Диаметр пластиковых частиц существенно крупнее песчинок, поэтому площадь субстрата намного меньше ($800\text{--}1150\text{ м}^2/\text{м}^3$). Шарики обычно имеют нейтральную плавучесть или слегка

тяжелее воды. Перемешиваются благодаря механическому или гидравлическому приспособлению. Так как гранулы постоянно двигаются, то фильтр не закупоривается. Нитрифицирующую способность оценивают на уровне 16–23 кг корма/день/м³ субстрата.

Погруженные биофильтры (submerged filters) представляют собой реактор, наполненный субстратом, через который пропускают воду, т.е. субстрат полностью затоплен водой. Современные погруженные фильтры эффективны, имеют малые потери воды, легко конструируются и используются. Это может быть бассейн, заполненный водой, через который пропускают воду для очистки. Путь воды по субстрату фильтра должен быть как можно более протяженным, поэтому лучше устроить длинный прямоугольный бассейн. Для развития бактерий и стимулирования циркуляции воды и ее тока по всему реактору следует использовать аэрацию. Аэрация должна быть достаточной для активного перемешивания воды по всему субстрату, создания турбулентности, чтобы тело фильтра подвергалось по всему объему одинаковому движению воды.

Показатели биофильтра близки к показателям для следующего рассматриваемого типа - капельного фильтра.

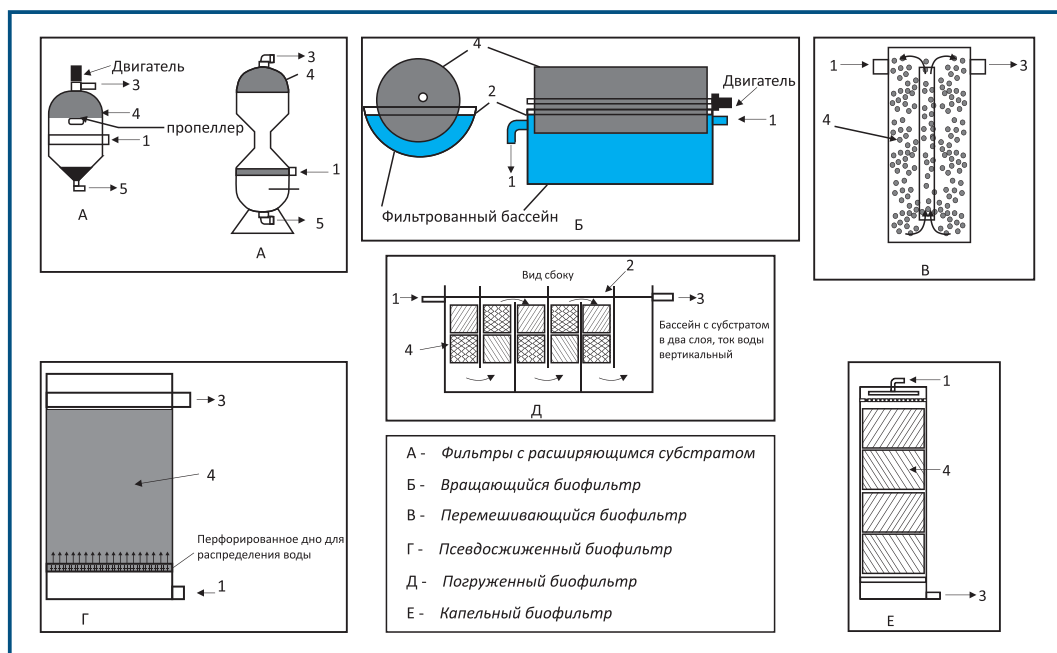


Рис. 3. Различные типы биофильтров

Капельные (орошаемые) фильтры (Trickling filters). Высокий реактор (в литературе называемый башней), наполненный субстратом с широкими порами, пустотами. Вода подается наверх биофильтра, тщательно разбрызгивается по всему сечению реактора и стекает по пустотам вниз через субстрат. Субстрат неподвижен. Бактерии растут в зоне увлажнения в пустотах. Субстрат имеет относительно малую поверхность: показатель менее $300 \text{ м}^2/\text{м}^3$, часто бывает $120\text{-}150 \text{ м}^2/\text{м}^3$. У капельных фильтров обычно скорость нитрификации невысокая и составляет около $90 \text{ г TAN}/\text{м}^3/\text{день}$. При проектировании в УЗВ для такого биофильтра можно принимать критерий проектирования из расчета около $3,6\text{-}4 \text{ кг кормов}/\text{день}/\text{м}^3$ субстрата.

Именно этот тип биофильтра мы и выбрали для собственной УЗВ. Такой биофильтр (как и погруженный) хорош для начинающих рыбоводов, прост, доступен, практичен. Капельный биофильтр легко тиражируется (наращивается в размерах), его можно создавать для тока воды от 15 литров до десятков тонн в минуту. Он эффективно работает при разных уровнях загрязнения воды; хорошо улавливает и взвеси.

У капельного фильтра есть ограничения: относительно большие размеры, субстрат сравнительно дорогой, требует качественного насоса (для подъема воды наверх). Лучше предварительно пропускать воду через механический фильтр, чтобы удалить взвешенные частицы и не допустить закупоривания биофильтра.

Фильтр позволяет использовать несколько видов субстрата. Хорошим субстратом является блочный материал из пластических масс (рис. 4). Можно склеить листы волнистого профиля из пластика.

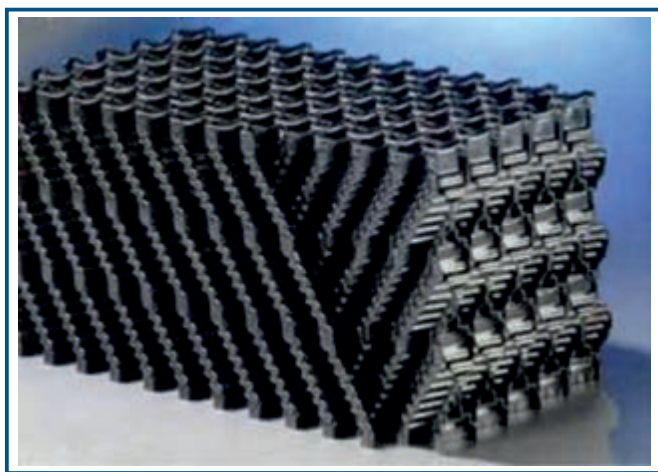


Рис. 4. Блочный субстрат для биофильтра

Важным узлом в капельном фильтре является механизм распределения воды сверху реактора (орошение фильтра). Вода должна орошать равномерно всю вершину фильтра. Используют два основных подхода для этого. Разбрызгивание под давлением воды через брызговик /разбрызгиватель (например, головка душа) – самый простой вариант. Единственный его недостаток – необходимость создания давления. Другая система включает конструкцию простого неглубокого распределительного поддона с системой из нескольких самотечных насадок/выпускных отверстий (рис. 5).

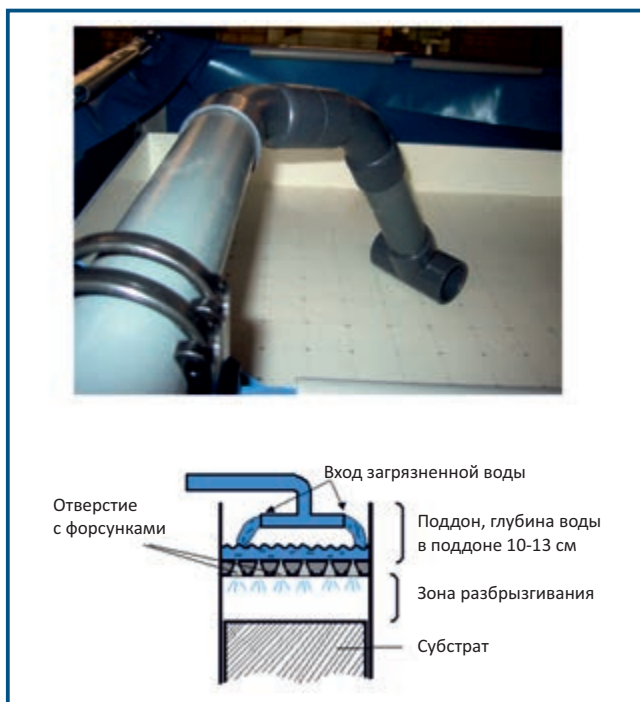


Рис. 5. Схема разбрызгивания воды на вершине капельного биофильтра и промышленный образец

При разработке дизайна капельного биофильтра надо учесть решения нескольких простых вопросов:

- вода должна равномерно распределяться по всей площади верхней части фильтра, иначе будут зоны без воды, а значит – без бактерий, в результате фильтр будет работать неэффективно;
- при установке фильтра надо обеспечить хорошую вентиляцию воздуха (биофильтр выделяет углекислый газ, повышение концентрации которого опасно для людей и вредно для рыбы);
- лучше чередовать слои субстрата так, чтобы направления стекания воды

перекрещивались, для оптимального ее распределения по всему субстрату;

- лучше сделать биофильтр несколько больше нужного размера, чем меньше;
- чем быстрее оборот воды в системе, тем лучше ее качество в бассейне с рыбой.

Еще несколько советов для капельного биофильтра.

- Для уменьшения площади фильтра лучше увеличивать его высоту. Высота зависит от высоты потолка в помещении, мощности насоса (его способности подавать воду наверх) и особенностей скелетной конструкции фильтра (поддерживающей структуры).
- Чем выше фильтр, тем больший путь пройдет в нем вода, а следовательно, выше эффективность ее очистки (есть фильтры высотой до 9 м, но чаще в аквакультуре используют фильтры около 3 м высотой).

Отметим еще одно важное преимущество капельного биофильтра: вместе с биологической очисткой он выполняет и функцию аэрации. Вода стекает по пустотам, но не заполняет их (так как поры/пустоты субстрата большие). Вследствие этого при протекании по пустотам происходит газообмен между водой и атмосферой. В результате из фильтра вниз вода выходит в виде многочисленных брызг, она очищена от аммония и нитритов, не содержит высокой концентрации углекислого газа и обогащена атмосферным кислородом. Как показывает практика, в УЗВ с капельным биофильтром дополнительная аэрация не требуется.

Определение размеров биофильтра

При проектировании УЗВ важно корректно определить размеры биофильтра. Универсальной методики для этого нет, но в целом шаги будут следующими.

1. Определить количество корма в сутки, которое планируется вносить в дни максимального содержания рыбы. Ясно, что это зависит от максимальной биомассы рыбы и показателей конкретных кормов. Для расчета берите планируемый урожай рыбы перед обловом. Зная кормовой коэффициент планируемых кормов, вы определите, сколько нужно вносить корма в бассейн в последние перед обловом дни (например, сбалансированных высокобелковых кормов вносят 3% от биомассы рыбы в сутки).
2. Определить количество аммонийного азота (TAN), которое будут выделять корма при максимальных дозах кормления (как мы уже указали, это около 3% от общего количества внесенных за сутки кормов).
3. На основе количества общего аммонийного азота, которое следует удалять,

рассчитать необходимую площадь поверхности фильтрующего субстрата. Можно считать, что 1 м² очистит воду от 1 г общего аммонийного азота в сутки.

1. Определить необходимый объем выбранного субстрата; расчет делается на основе плотности субстрата (SSA – specific surface area), которое предоставляет производитель. Напомним, что показатель SSA показывает количество квадратных метров площади поверхности субстрата в одном кубическом метре данного субстрата, т.е. измеряется в м²/м³. Надо разделить необходимую площадь поверхности субстрата на его плотность (SSA). В итоге вы определите, какого размера биофильтр нужен для создаваемой УЗВ.

2. Рассчитать необходимую гидравлическую нагрузку – скорость водообмена в биофильтре. Вам известен объем биофильтра; рассчитайте необходимый ток воды и подберите соответствующий насос, который будет эту скорость тока обеспечивать. Можно приблизительно пользоваться данными, обобщенными нами в таблице. Важно, чтобы ток воды был достаточен для конкретного субстрата. Если ток воды в проектируемой УЗВ будет ниже рекомендуемой минимальной скорости (табл.1), то можно увеличить его за счет дополнительного насоса или изменить размер биофильтра.

Таблица 1. Рекомендуемые минимальные скорости тока воды

SSA, м ² /м ³	Минимальный ток воды, л/мин./м ²
98,5	122,4
164	163
230	204
394	286

Химическая фильтрация

Механический и биологический фильтры предназначены для удаления из системы осаждающихся взвесей (крупных по размеру частиц) и растворенных продуктов обмена веществ и разложения остатков кормов (аммония и нитритов). Но кроме них, в рыбоводном бассейне содержатся взвеси мелкие, полувзвешенные и взвешенные, размером менее 30 микрометров. Наличие таких взвесей не мешает росту и развитию некоторых пресноводных видов (сома, тиляпии, карпа и других): по мере разрушения эти взвеси в конце

концов разложатся до аммония и попадут в сферу действия биофилтра. В таких случаях мелкими и растворенными взвесями дизайнеры пренебрегают. Но для ряда других видов, особенно для морской рыбы, воду надо очищать и от таких взвесей. Для удаления растворенных веществ или очень мелких частиц используют химические фильтры. Однако, поскольку в Узбекистане в целом и в нашем проекте в частности рыба – пресноводная, мы не планировали создавать химический фильтр и поэтому на данном виде фильтров останавливаться здесь не будем.

Параметры воды и их регулирование в УЗВ

Атмосфера нашей планеты – это смесь газов. Эти же газы в растворенном виде есть и в воде (кислород, азот, углекислый газ, аргон), так как постоянно происходит диффузия (газообмен) между атмосферой и водой. Однако концентрации газов в атмосфере и в воде различаются вследствие разной растворимости газов в этих средах. В воде быстрее всего растворяется двуокись углерода (углекислота, углекислый газ - CO_2), затем – кислород; медленнее – азот. Поэтому для водоемов характерно иное соотношение газов, чем в атмосфере: в воде больше углекислоты (4% от всех растворенных газов против 0,05% в воздухе) и кислорода (соответственно 34% против 21%), но меньше азота (62% против 79%). При нормальных условиях соотношение кислорода и азота в воде составляет почти 1:2, в воздухе – 1:4. Однако абсолютное содержание кислорода в воде в 20-30 раз меньше, чем в воздушной среде. Кислород из атмосферы диффундирует в воду медленно.

Концентрация конкретного газа в атмосфере находится в балансе с концентрацией этого же газа в воде. В случае, если концентрация какого-либо газа в воде становится выше, то на поверхности воды происходит газообмен до наступления баланса. И наоборот, вода поглощает (путем диффузии) из воздуха количество газов, концентрация которых в воде низка. Концентрацию, при которой газообмен приводит к балансу между воздухом и водой, называют точкой насыщения.

Перечисленными базовыми принципами определяются многие аспекты газового режима в водоемах, в том числе в УЗВ.

Кислород, растворенный в воде

Рыбам и бактериям биофилтра необходим кислород для дыхания. Вода как жизненная среда во многих отношениях имеет преимущества перед атмосферой, но только не по количеству кислорода. Литр воздуха содержит в среднем около 210 см^3 кислорода, а литр чистой воды – менее 10 см^3 .



Большинство рыб дышат кислородом, растворенным в воде. Для этого рыба заглатывает воду, которая затем выходит через жаберные щели, омывая жабры, имеющие густую кровеносную систему. Здесь, в жабрах, кровь обогащается кислородом.

Кислород больше растворяется в холодной воде. Однако жизнедеятельность рыб и бактерий биофильтра с повышением температуры воды увеличивается, а значит и активность дыхания (потребность в кислороде) также возрастает.

Рыба более требовательна к содержанию кислорода в воде на более ранних стадиях своего развития; наиболее высоки эти требования в эмбриональный период. Т.е. для личинок и молоди минимальные концентрации кислорода нужны выше, чем для товарных (взрослых) рыб. У разных видов рыб требования к содержанию растворенного кислорода могут различаться.

В рыбоводстве важно поддерживать благоприятный для конкретного вида рыб уровень растворенного кислорода. Обеспечение наличия растворенного в воде кислорода в УЗВ - один из самых важных критериев дизайна. Вода должна содержать достаточное количество растворенного кислорода а) в рыбоводном бассейне (для рыб) и б) в биофильтре (для бактерий). Чаще всего достаточная (нормальная) концентрация для большинства рыб и бактерий - 5 мг/л кислорода.

Практика показывает, что в интенсивной аквакультуре, где плотность посадки рыб высока, необходимо искусственное введение кислорода в воду. Этого достигают или аэрацией (обогащение воды атмосферным воздухом, что повышает и концентрацию кислорода в воде), или оксигенацией (обогащение воды чистым кислородом). Понятно, что оксигенация подает намного больше растворенного кислорода в воду по сравнению с аэрацией.

Аэрация, как уже сказано, – подача в воду атмосферного воздуха. В основе метода лежит процесс диффузии. За счет диффузии кислород проникает из воздуха (где концентрация кислорода выше) в воду. Плотность посадки рыбы при эффективном использовании аэрации может достигать 40 кг рыбы/м³. Для большинства видов рыб это – предел того, чего можно достичь с помощью аэрации.

В проточных рыбоводных бассейнах и прудах широко применяют различные pedalные, пропеллерные аэраторы, вертикальные насосы, которые сильно перемешивают поверхностные слои воды для увеличения диффузии кислорода из воздуха в воду. Такие аэраторы создают в рыбоводном водоеме турбулентность, чтобы подавать необходимое количество воздуха. Обычно для УЗВ недостаточно простого перемешивания воды, поступающей в рыбо-

водный бассейн. Количество кислорода при таком способе лимитируется током воды. Необходимо применять дополнительные, более интенсивные методы аэрации. Необходимо увеличить площадь и время контакта воды с атмосферным воздухом.

В УЗВ часто используют т.н. диффузные (диффузорные) аэраторы. В них создают низкое давление воздуха от какого-либо нагнетателя (пропеллер и др.) на распылитель, расположенный у дна бассейна. Диффузоры создают маленькие пузырьки воздуха, которые поднимаются через толщу воды и насыщают ее воздухом (рис. 6).

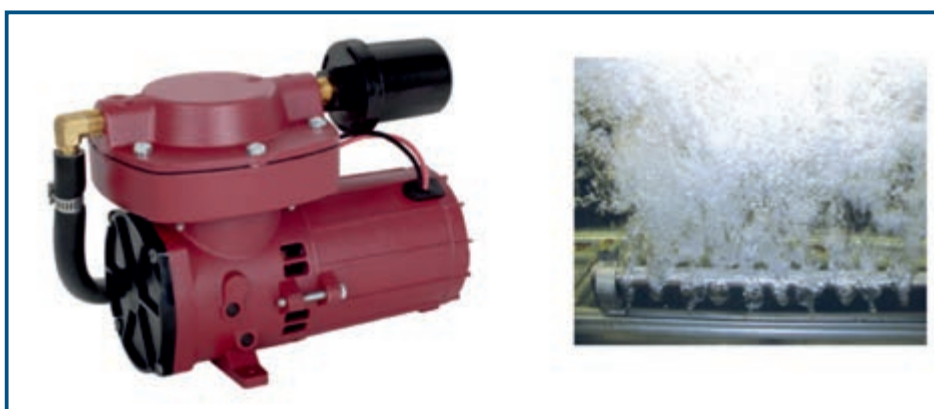


Рис.6. Образец нагнетателя воздуха и распылителя воздуха в воде

Часто в УЗВ используют дегазационные колонны, они просты и эффективны, предназначены для аэрации воды непосредственно в поток. Вода, бедная кислородом, распыляется в верхней части колонны (башни), заполненной пластиковой средой с большими пустотами. Сама колонна не затоплена водой, так что в этой башне есть обмен воздуха. По принципу действия колонна идентична капельному биофильтру, который, как мы указывали выше, выполняет и функции аэратора и дегазатора. В тех системах УЗВ, где используют капельный биофильтр, он сам и выполняет дополнительно функции такой колонны. Если колонну использовать для удаления углекислого газа, то лучше установить вентилятор, чтобы обеспечить обмен воды с большим количеством воздуха. В УЗВ с другими системами биофильтра (не капельным), можно устанавливать колонны, но они по размерам намного меньше капельного биофильтра, достигая в высоту не более 1-1,5 м.

Некоторые УЗВ используют воздушные насосы – эрлифты, которые выполняют две функции: насыщают воду кислородом и работают как насосы для циркуляции воды в системе.

Основными составными элементами эрлифтов являются нагнетатель воздуха (компрессор, вентилятор), система распределения воздуха, трубопровод, трубы с отверстиями (сопло) для регулирования количества подаваемого воздуха (рис. 7). Нагнетатель воздуха подает через систему распределения воздух из атмосферы в воду. Эрлифт может быть одинарным или в батарее из нескольких на один насос-компрессор.



Рис. 7. Эрлифт: схема работы (слева) и работающий образец (справа)

Место установки аэраторов в УЗВ

Важным вопросом является место в УЗВ, где надо установить аэратор. Понятно, что оно должно быть там, где надо насыщать воду кислородом. Можно проводить аэрацию непосредственно в самом рыбоводном бассейне. Но это не лучшее место! Известно, что эффективность переноса кислорода от аэраторов в воду падает по мере того, как концентрация растворенного кислорода увеличивается до уровня, близкого к насыщению в воде. А так как насыщение воды кислородом желательно именно в бассейнах с рыбой, то в таком случае работа аэраторов непосредственно в бассейне малоэффективна. Воду в бассейн с рыбами следует подавать уже хорошо аэрированной!

В УЗВ лучшей точкой для аэрации и дегазации воды является место в возвратном потоке непосредственно перед подачей воды в бассейн. В этом месте в системе концентрация кислорода будет наименьшей (так как кислород будет использован как рыбой в рыбоводном бассейне, так и бактериями в биофильтре), а углекислоты – наибольшей (углекислоту в воду подадут рыбы в бассейне и бактерии в биофильтре). Именно здесь и надо скорректировать состав растворенных в воде газов и направить чистую воду с требуемым газовым наполнением в рыбоводный бассейн и далее на биофильтр.

Основными составными элементами эрлифтов являются нагнетатель воздуха (компрессор, вентилятор), система распределения воздуха, трубопровод, трубы с отверстиями (сопла) для регулирования количества подаваемого воздуха (рис. 7). Нагнетатель воздуха подает через систему распределения воздух из атмосферы в воду. Эрлифт может быть одинарным или в батарее из нескольких на один насос-компрессор.

В некоторых системах подачу кислорода распределяют, насыщая воду отдельно перед биофильтром - для более активной работы бактерий, и перед рыбободным бассейном - для дыхания рыб. Этот вариант считают лучшим, чем установка аэратора в одном месте.

Углекислый газ (CO_2), являясь продуктом дыхания рыб и бактерий, в УЗВ может аккумулироваться в воде. Повышенный уровень углекислоты не является токсичным для рыб в случае достаточного количества растворенного кислорода. Вода способна поглощать большое количество двуокиси углерода. Тем не менее, при дизайне УЗВ необходимо обеспечить минимизацию концентрации ее в воде. Важно создать механизм диффузии углекислоты в атмосферный воздух. С этой задачей хорошо справляется дегазационная колонна, упомянутая выше.

Дегазация

В некоторых случаях проблемой может стать перенасыщение воды каким-либо газом, т.е. концентрация газа в воде становится выше той, которая максимально допустима при данных величинах давления и температуры воды. Газ, концентрация которого выше нормального состояния, может выделяться в виде пузырьков (в том числе при дыхании рыб), наподобие появления пузырьков при открытии бутылки газированной воды. Такая перенасыщенная газом вода может вызывать газопузырьковую болезнь (пузырьки газа могут образовываться на жабрах, плавниках, поверхности тела рыбы, в кровеносных сосудах, в последнем случае пузырьки газа могут закупорить кровеносные сосуды), - вплоть до гибели рыб, причем в значительных количествах. Наиболее уязвимы при этом личинки, мальки, рыбы малых размеров (пузырьки слишком велики для их тонких кровеносных органов). Такое может быть при заборе воды из скважин, как это часто делают при создании питомников, бассейнов. При этом газы могут быть разные - азот, углекислый газ, инертный газ, кислород. Такой эффект может вызвать и озонатор.

Мы не будем останавливаться на симптомах этого массового заболевания рыб, лучше взять за правило профилактическую меру: перед подачей такой

воды (например, после озонатора) в рыбоводный бассейн ее надо дегазировать. Наиболее простой метод – пропускать воду через дегазационную колонну. Пока вода будет каплями или мелкими струйками протекать по субстрату, за счет значительного увеличения ее поверхности лишний газ выйдет. Ясно, что если в системе УЗВ есть капельный биофильтр или колонна-аэратор, то дополнительную колонну можно не делать (воду в систему надо подавать до колонны).

Температура воды

Рыбы относятся к пойкилотермным животным, т.е. у которых температура тела непостоянна и зависит от температуры окружающей среды – в данном случае воды. Ее температура обуславливает все процессы жизнедеятельности рыб. В УЗВ необходимо учитывать требования конкретного вида рыб к температуре воды, а именно – в рамках значений, не просто пригодных для роста данного вида, а оптимальных для него. Например, для карпа, сома это означает поддерживать температуру воды в рамках не 18–30°, а 24–30°.

Однако температура воды влияет в УЗВ не только на рыб, но и на микроорганизмы биофильтра. Нитрифицирующие бактерии лучше всего развиваются при температуре 20–30°. Но при повышении температуры воды уменьшается растворимость кислорода, со всеми вытекающими последствиями, в том числе изменением эффективности очистки воды (нитрификация). Это следует учитывать при проектировании УЗВ. Чем холоднее вода, тем больше должен быть объем биофильтра. Это понятно, если учесть, что обмен веществ у бактерий зависит от температуры окружающей среды. В холодной среде (а значит, и при такой же низкой температуре клеток самих бактерий) обмен веществ бактерий протекает медленнее. Значит, нужно больше бактерий, чтобы утилизировать аммонийный азот.

Водородный потенциал (pH) воды

Молекулы воды подвержены диссоциации: вода (H_2O) распадается на катион водорода (H^+) и анион гидроксила (OH^-). В 10 миллионах литров воды диссоциирует 18 г воды, из них 1 г – это ионы водорода и 17 г – ионы гидроксила. Если пересчитать эти количества на литр воды, то получится 10^{-7} молей ионов водорода и 10^{-7} молей ионов гидроксила. Использовать числа с такими степенями затруднительно. Для удобства стали пользоваться только показателями степеней, причем с положительным знаком, назвав показатель водородным потенциалом, или pH, который обозначает обратную величину концентрации ионов водорода. В чистой воде pH равен 7. В природе вода может иметь разное значение pH, так как вода растворяет много веществ.

Таким образом, если вода имеет pH, например, 6, то в этом растворе в 10 раз больше ионов водорода, что является результатом наличия в воде растворенных кислот (во всех кислотах есть водород). Если pH равен 5, то кислот в воде в 100 раз больше, чем в чистой воде. Обратное происходит при наличии в воде оснований. Для удобства понимания: нейтральная вода имеет pH около 7, у кислой воды (в которой много кислот) - pH ниже 7, у щелочной – выше 7.

Следует отметить, что в воде могут быть как кислоты, так и основания. Если обе эти группы соединений находятся в воде одновременно, то они реагируют друг с другом и полностью или частично нейтрализуются. Значение pH не показывает наличие всех представителей обеих групп соединений (кислот и оснований) и результаты их реакций. Показатель pH показывает только, какой участник присутствует в избытке.

Значение pH является одним из важнейших абиотических факторов внешней среды, влияющих на обитателей водоемов. Воздействие pH на жизнедеятельность рыбы связано с тем, что способность гемоглобина использовать растворенный в воде кислород при различных значениях pH неодинакова. Вследствие этого изменение pH воды приводит к изменению интенсивности дыхания и кислородного порога у рыб. С pH связаны многие другие параметры воды и уровни прохождения многих химических и биологических процессов. Вследствие этого в аквакультуре необходимо вести контроль над pH.

Наиболее благоприятно для дыхания большинства видов рыб значение pH, близкое к нейтральному. При сильных сдвигах pH в кислую и щелочную стороны (т.е. при увеличении или уменьшении концентрации водородных ионов) затрудняется дыхание рыб, возрастает кислородный порог, ослабляется интенсивность питания.

Профилактика болезней в УЗВ путем подготовки воды

При выращивании рыбы следует предотвращать стрессовые ситуации. Источники стресса разнообразны. Рыбы могут получить стресс от резкого изменения температуры воды даже в пределах значений, которые являются благоприятными для вида. Стресс может быть результатом проводимых рыбоводных мероприятий, таких как облов, пересадка, отбор, переход на новый корм. Особо отметим отрицательное влияние стресса на здоровье рыб. Рыбы, подверженные стрессу, более уязвимы для паразитов и болезней. При высокой плотности посадки последствия стресса могут быть огромными и привести к быстрой гибели рыбы.

Необходимо постоянно следить, чтобы рыба не подвергалась стрессу, а в случае невозможности его избежать (например, при необходимости облова



рыб, пересадки или другого планового воздействия) следует принять меры к плавному выведению рыбы из стрессовой ситуации. В этом залог эффективности профилактики возможных ее болезней. Для этого надо постоянно следить за качеством воды в рыбоводном бассейне и условиями окружающей среды во всей системе УЗВ. Даже свет или шум в рыбоводном зале при такой скученности рыб в малом объеме воды может вызывать стресс. Во многих УЗВ освещение залов сведено к минимуму, с возможностью включения каждой лампы отдельно за пределами зала. Рыбовод имеет возможность включать слабые лампы возле того бассейна, который ему сейчас нужен, находясь сам вне зала.

Лучше, если зал УЗВ имеет хорошую звукоизоляцию. Ясно, что время от времени здесь необходимо будет включать свет, – в таких случаях рыбоводы во время любых процедур должны работать умело, быстро и сведя внешний шум к минимуму. Во время контрольных обловов, обловов товарной рыбы и т.д. настоятельно рекомендуется заранее спланировать и хорошо подготовить все действия.

Известно более 100 болезней, которым подвержены рыбы, независимо от вида. Возбудителями болезней являются вирусы, бактерии, грибы, простейшие, ракообразные, черви. Есть также болезни, вызванные не другими организмами, а условиями среды, – например, газопузырьковая. Любая из болезней может стать проблемой при выращивании рыбы в условиях интенсивного рыбоводства, вследствие ее скученности.

Благоприятным аспектом в этом вопросе можно считать то, что в УЗВ нет связи с поверхностным стоком, а следовательно, исключено попадание инфекции с водой из соседних водоемов, выше по течению. Однако остается возможность заражения через корма или через «грязные руки», т.е. вследствие низкой культуры работы персонала.

Рыбоводу в УЗВ надо первым делом усвоить и строго придерживаться нескольких простых правил:

- Мыть руки с мылом при каждом вхождении в зал с УЗВ и требовать того же от всех, работающих или даже просто входящих в эти помещения.
- Не допускать попадания грязи в зал с УЗВ. Рыбаки должны переодеваться в чистую рабочую спецодежду, входя в зал с УЗВ. Не допускать появления около УЗВ людей в верхней одежде.
- Ограничить список людей, входящих в зал с УЗВ (это касается и дорогих гостей).

- Для большинства рыб лучше держать зал с УЗВ в темноте, тишине и спокойствии. Включать свет только при кормлении рыб и при облове. Эти манипуляции проводить быстро и умело.

Инфекция, приводящая к заболеваниям рыб, может попасть в УЗВ через воду, в которой их транспортируют, через рыбоводное оборудование, которое использовали в другом водоеме, а также через сети, баки, одежду рыбаков и т.д. Поэтому надо сразу организовать мероприятия так, чтобы не допустить попадания воды, в которой осуществляли транспортировку рыбы, в бассейны УЗВ. Новых рыб надо помещать по возможности в карантин (в отдельный бассейн; лучше, чтобы вода из него не попадала в другие) и обязательно проводить перед посадкой рыб противопаразитарную обработку.

При приобретении рыб в рыбоводниках надо быть уверенным в чистоте приобретаемого материала. Крупные рыбоводники знают об основных болезнях рыбы культивируемого вида и применяют меры профилактики. Проведенные ими мероприятия указываются в ветеринарных сертификатах. Рыбоводу надо взять за правило требовать соответствующий ветеринарный сертификат, указывая его обязательность в договорах поставки.

Непосредственно в УЗВ следует перед использованием стерилизовать оборудование, которое побывало в поверхностном стоке (промыть хлоркой, спиртом и др.). Лучше держать в УЗВ весь комплект оборудования и рабочей одежды, который также необходимо регулярно мыть и стерилизовать. Еще лучше иметь отдельный комплект для каждого бассейна, особенно если фильтры независимы.

Рыбоводу следует знать основные показатели, характеризующие возникновение стресса у рыб:

- возбудимость;
- мгновенные беспорядочные прыжки или кружение;
- появление на теле или плавниках болячек или пятен с измененным цветом;
- неподвижное или вялое стояние у поверхности воды;
- странное (необычное) плавание;
- уменьшение активности питания и отказ от него;
- заглатывание воздуха ртом;
- повышенный отход.
- При проявлении любого из указанных симптомов рыбовод сразу должен

обратить на это внимание, взять пробу качества воды. Если наблюдаются болячки или есть погибшие рыбы, то надо взять несколько таких рыб и СРОЧНО отвезти их на анализ в ветеринарную клинику. Отсюда важнейший вывод: заключайте договоры на ветеринарные услуги с соответствующими ветеринарными лабораториями. Пусть ваших рыб периодически обследуют даже без появления указанных симптомов. В договорах не забывайте указать возможность оперативного обращения к услугам лаборатории для проведения всех соответствующих лечебных мероприятий.

Практика показывает, что наиболее часто в условиях УЗВ появляются болезни, вызванные бактериями и простейшими. Лечение рыб достаточно специфично, так как вы не можете дать лекарство направленно одной особи (как, например, корове). А в отношении применения лекарств УЗВ имеет ряд особенностей, – в первую очередь следует помнить о влиянии лекарства на биофильтр. Действительно, лекарство-антибиотик может быстро и сильно подействовать отрицательно на биопленку. Формалин (даже растворы невысокой концентрации), медный купорос, антибиотики – а это основные лекарственные препараты в рыбоводстве в открытых системах – подавляют бактерии биофильтра. Даже резкое изменение солености воды может подавить его бактериофлору.

В любом случае, рыбовод должен постоянно наблюдать за поведением рыб и работой всей системы, а в случае проявления отклонений, указанных в таблицах 2 (поведение рыб) и 3 (изменения качества воды), предпринимать оперативные действия.

Таблица 2. Изменения в поведении рыб, которые должны насторожить рыбовода, и его оперативные действия

<i>Поведение рыб</i>	<i>Возможные причины</i>	<i>Действия рыбовода</i>
1. Возбужденность рыб, неожиданные быстрые броски	Неожиданный или интенсивный звук, шум	Уменьшить уровень/силу света, шума По возможности установить звуко-светоизоляционные экраны по краям бассейнов
	Паразиты	Отвезти партию рыб с

		симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
	Высокая концентрация аммония	Проверить концентрацию аммония в воде
2. Быстрое спонтанное кружение рыб	Паразиты	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
3. Пятна на теле, общее изменение цвета тела, болячки	Бактерии или паразиты	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
	Газопузырьковая болезнь	Проверить воду на перенасыщенность каким-либо газом. Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
4. Неподвижное нахождение рыб у поверхности воды, отсутствие плавания	Паразиты	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
	Низкая концентрация кислорода	Проанализировать содержание кислорода в воде. Если имеет место

		дефицит кислорода, то включить/добавить аэрацию
	Высокая концентрация аммония или нитритов в воде	Проверить концентрацию аммония в воде
	Плохие по качеству корма	Проверить корма на качество (слипание комков), проверить кровь рыб. Заменить корма на новые, качественные
	Высокая концентрация углекислого газа в воде	Проанализировать содержание углекислого газа в воде, принять меры к улучшению качества воды
5. Скученность рыб в месте подачи воды и возле аэраторов	Низкая концентрация кислорода	Проанализировать содержание кислорода в воде; если имеет место дефицит кислорода, то включить/добавить аэрацию
	Паразиты	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
	Высокая концентрация аммония или нитритов в воде	Проверить концентрацию аммония в воде
	Плохие по качеству корма	Проверить корма на качество (слипание комков); прекратить вносить прежние корма и заменить их на новые, качественные

6. Заглатывание рыбами воздуха из атмосферы у поверхности воды	Низкая концентрация кислорода	Проанализировать содержание кислорода в воде; если имеет место дефицит кислорода, то включить/добавить аэрацию
	Паразиты	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
	Высокая концентрация аммония или нитритов в воде	Проверить концентрацию аммония в воде
	Высокая концентрация углекислого газа в воде	Проанализировать содержание углекислого газа в воде, принять меры к улучшению качества воды
	Плохие по качеству корма	Проверить корма на качество (слипание комков), прекратить вносить прежние корма и заменить их на новые, качественные.
7. Уменьшение активности питания или прекращение питания	Низкая концентрация кислорода	Проанализировать содержание кислорода в воде; если имеет место дефицит кислорода, то включить/добавить аэрацию
	Паразиты	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара

	Высокая концентрация аммония или нитритов в воде	Проверить концентрацию аммония в воде
	Плохие по качеству корма	Проверить корма на качество (слипание комков); прекратить вносить прежние корма и заменить их на новые, качественные
8. Темно-коричневая кровь	Высокая концентрация нитритов	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара Добавить 5-6 ‰ (мг/л) хлоридов на каждые 1 ‰ (мг/л) нитритов в воду Избавиться от старых, просроченных кормов и заменить их свежими
9. Обесцвеченная кровь	Дефицит витаминов	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
		Проверить корма на качество (слипание комков)
		Купить свежие корма и избавиться от старых, просроченных

10. Преломленная или S-образная спина	Дефицит витаминов	Отвезти партию рыб с симптомами на ветеринарный анализ и далее следовать рекомендациям ветеринара
		Проверить корма на качество (слипание комков)
		Купить свежие корма и избавиться от старых, просроченных.

Таблица 3. Действия рыбовода при выявленном ухудшении качества воды

<i>Тревожное изменение качества воды</i>	<i>Действия рыбовода</i>
Низкая концентрация растворенного кислорода	Усилить аэрацию воды
	Уменьшить или прекратить кормление рыб до восстановления нормального уровня растворенного кислорода
	Внимательно следить, не появятся ли признаки болезней у рыб
Высокая концентрация растворенного углекислого газа (более 20 мг/л)	Включить дегазационную колонку
	Усилить аэрацию воды
	Внимательно следить, не проявятся ли признаки болезней у рыб
Низкий pH (ниже 6,8)	Добавить ингредиенты щелочной буферной системы (гидрокарбонат натрия или др.)
	Уменьшить рацион
	Проверить воду на концентрацию аммония и нитритов
Высокая концентрация аммония (TAN)	Разбавлять (заменять) воду в системе

	чистой (по возможности)
	Уменьшить рацион
	Проверить исправность биофильтра, рН, щелочность, растворенный кислород в биофильтре
	Внимательно следить, не появятся ли признаки болезней у рыб
Высокая концентрация нитритов	Разбавлять (заменять) воду в системе чистой (по возможности)
	Уменьшить рацион
	Проверить исправность биофильтра, рН, щелочность, растворенный кислород в биофильтре
	Внимательно следить, не появятся ли признаки болезней у рыб
	Добавить в воду 5-6 ‰ (мг/л) хлоридов на каждые 1 ‰ (мг/л) нитритов
Низкая щелочность воды	Добавить вещества щелочной буферной системы (гидрокарбонат натрия или др.)
Низкая жесткость воды	Добавить карбонат кальция или хлорид кальция
Корма изменили цвет, в них появились слипшиеся части	Прекратить кормление такими кормами и заменить их на новую партию.
	Внимательно следить, не появятся ли признаки болезней у рыб

Развитие технологий УЗВ пошло по пути специальной подготовки воды, с целью ее дезинфекции, что способствует профилактике болезней рыб. Требования к такой подготовке возрастают для морских рыб и для видов, более чувствительных к чистоте воды, а также с повышением плотности посадки рыбы. Чаще всего применяют либо ультрафиолетовое облучение воды, либо ее озонацию.

неоднократно проводить через УФ лампу, то большой процент возбудителей болезней будет уничтожен. Эффект воздействия на микробы выше в лампе с более малым зазором, т.к. слой воды тоньше.

Важно держать лампу чистой для хорошей обработки воды. У производителей УФ-систем всегда есть параметры для тока и/или объема воды, который она обрабатывает. УФ лампы надо устанавливать на основе этих параметров, т.е. рассчитывать на каждую конкретную УЗВ. Увеличить эффективность можно уменьшением скорости тока воды. Часто встраивают батарею УФ ламп.

Основной недостаток использования УФ-систем – необходимость обработки чистой воды с малой концентрацией взвесей. Другой относительный недостаток – необходимость периодически менять УФ лампы, которые достаточно дороги. Преимущество – безопасность для рыб и легкость использования.

Озонация

Озон (O_3) – сильный окислитель, уничтожающий одноклеточные организмы, вследствие чего уже несколько десятилетий его используют для стерилизации питьевой воды. Однако озон токсичен и для других живых существ, в том числе для рыб и людей. В воде озон быстро превращается в кислород, т.е. озонация представляет собой эффективную оксигенацию. Но озонация эффективна при обработке чистой прозрачной воды, а в УЗВ высокая концентрация взвесей, в т.ч. органических. Поэтому специалисты постоянно дискутируют о дезинфицирующем эффекте озона. Эффект зависит от времени контакта пузырьков озона с бактериями в воде и его концентрации. Источник озона находится вне рыбоводного бассейна, озон должен генерироваться (производиться) постоянно, так как он не стабилен и разрушается за 10-20 минут.

Чаще озон распыляют в воду в специальных бассейнах в виде мелких пузырьков. Вода должна находиться в этом бассейне достаточно долго, чтобы усилить эффект. Если озон останется в воде при поступлении в рыбоводный бассейн, то, как высоко токсичный элемент, может оказать негативное воздействие на рыбу. При попадании в газообразном состоянии в воздух, даже в малых концентрациях, озон токсичен и для людей. Поэтому озонирование следует использовать очень осторожно, установку должны проводить только опытные специалисты.

К сожалению, в Узбекистане пока нет производителей и поставщиков ни УФ-источников, ни озонаторов для аквакультуры. Значит, для конкретной УЗВ надо будет их импортировать.

Ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовое излучение – воздействие на воду источником света, точнее, той части его диапазона, которая находится ниже границы видимости– 100-300 нм. Ультрафиолетовый свет – это коротковолновое излучение, короткие волны оказывают влияние на длинные молекулярные цепи белковых молекул. При грамотном ультрафиолетовом облучении микроорганизмы в воде (включая патогенные) погибают. Для проектирования важно брать в расчет такие факторы, как размеры клеток микроорганизмов, доза облучения, глубина проникновения облучения в толщу воды. Для эффективности воздействия микроорганизмы должны оказаться близко к источнику УФ-облучения (до 0,5 см). Эффективность снижается при мутности воды, поэтому УФ лампу лучше установить после механического фильтра.

Самый популярный тип ультрафиолетовой обработки – это погруженный источник излучения (рис. 8). Вода при этом проходит вдоль удлиненной УФ лампы. Лампа – внутри кварцевого стекла, которое является водонепроницаемой оболочкой, т.е. сама лампа не контактирует напрямую с водой. УФ лампа и кварцевая труба находятся внутри трубы, через которую пропускают воду для ее обеззараживания.

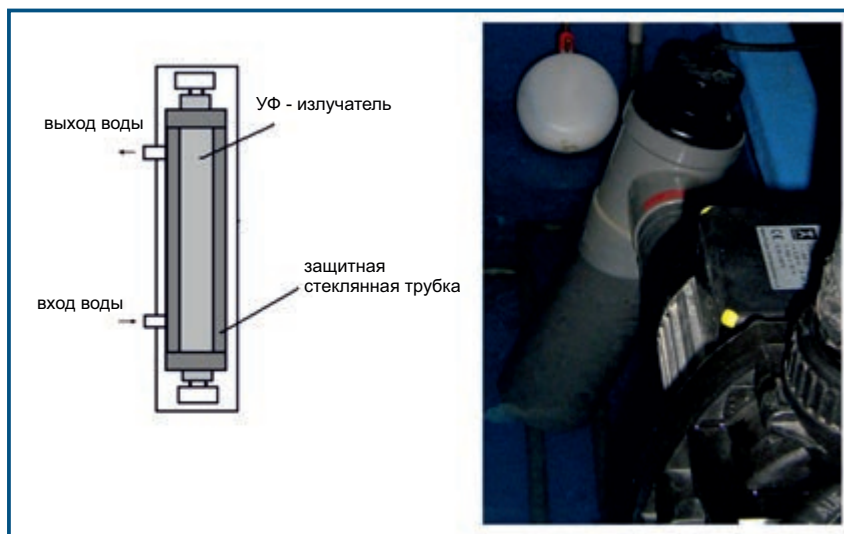


Рис. 8. Схема УФ лампы для УЗВ и промышленный образец

Из схемы видно, что УФ-излучение обеззараживает воду только в пределах самой ламповой установки (зазор для протока воды внутри УФ-системы) и никак не влияет на остальную воду в УЗВ. Однако если содержимое воды в УЗВ

ОПИСАНИЕ ОРИГИНАЛЬНОЙ УЗВ СОБСТВЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

В рамках проекта Программы Малых Грантов Глобального Экологического Фонда (ПМГ ГЭФ) мы разработали и построили УЗВ по собственной схеме, данные по которой приводим в данном учебном пособии. Цель проекта ПМГ ГЭФ заключалась в том, чтобы апробировать эту схему и помочь другим предприимчивым людям, которые захотят разводить рыбу на малых фермах, создать установку замкнутого водоснабжения самостоятельно. Мы учитывали, что в Узбекистане, находящемся в центре самого большого материка, привозное высокотехнологичное оборудование, из-за слишком высокой стоимости либо по другим причинам, может быть недоступно для широкого круга фермеров. Поэтому ориентировались на использование стройматериалов, доступных на местном рынке.

Особый вопрос – о выборе вида рыбы. Пока в Узбекистане, кроме карпа и африканского сома, нет практически ни одного объекта для разведения в УЗВ. Правда, карп в настоящее время заметно поднялся в цене по сравнению с мировыми ценами, так что его сегодня можно считать выгодным объектом для разведения. Тенденции будут углубляться, рыбоводство будет расширять список объектов, а значит - начнет осваивать разведение других видов сома, осетра и др. Эти виды станут завозить, формировать собственные маточные стада, освою методы размножения и начнут обеспечивать рынок рыбопосадочным материалом.

Прежде всего, отметим важность ряда аспектов, которые выходят за рамки этого учебного пособия, но являются важнейшими для успешного производства.

- Интенсивное рыбоводство - новое для Узбекистана направление аквакультуры. Это высокотехнологичная деятельность, требующая знаний, причем системных. Вдумайтесь еще раз! Продуктивность используемых сегодня в республике прудов составляет в среднем 1,5-2 т/га, или, в пересчете, – 0,1-0,2 кг/м³ рыбы. А в интенсивной аквакультуре продуктивность – 40 кг/м³, т.е. в 400 раз выше! Разве может освоить такую технологию неподготовленный человек? Поэтому – не жалейте средств для получения знаний, которые могут передать люди, имеющие опыт в этой сфере. Наш совет – вкладывайте средства в получение знаний в двух направлениях. Во-первых, это - повышение вашей квалификации как рыбовода: заключайте договоры на курс лекций и практических занятий, в течение которых можно слушать, задавать вопросы, уточнять и т.д. Во-вторых, приглашение специалистов к разработке УЗВ и бизнес-плана на коммерческой основе. В этом случае УЗВ будет работоспособной, а выполнение бизнес-плана станет организационной основой вашей деятельности, и вы будете знать, на какие результаты, включая прибыль, можно рассчитывать.

- Какая из систем содержания рыб в интенсивной форме будет развиваться в Узбекистане? Учитывая, что в нашей стране много озер-накопителей дренажной воды и водохранилищ, исследователи – в данном случае мы, авторы этого пособия, –предложили в основном ориентироваться на рыбоводные садки. В этом случае в условиях Узбекистана развитие системы установок замкнутого водоснабжения будет иметь особенности: УЗВ станут очень востребованными для зимовки рыб-производителей (особенно тропических), проведения искусственного воспроизводства зимой и выращивания к началу вегетационного сезона крупного рыбопосадочного материала в промышленных масштабах. В этом случае в Узбекистане можно будет разводить тропических рыб (тех, которые не выживают при температуре воды ниже 12-14°C, т.е. не могут зимовать) и осуществлять выращивание товарной рыбы за период в 1 год (вместо нынешнего двух-летнего рыбоводного цикла). Т.е. создание рыбопитомников, оснащенных УЗВ, для нашей страны весьма перспективно.
- В УЗВ необходимо поддерживать оптимальную для рыб температуру, в том числе зимой. Это предъявляет требования к теплоизоляции зала, в котором будет оборудована УЗВ. Значит, для нее надо строить достаточно капитальное строение с обогревом, соотнеся его размеры с размерами УЗВ, а также предусмотреть необходимые дополнительные подсобные помещения - для дежурных рыбаков, рыбоводного оборудования, хранения кормов, котельни, предбанник для того, чтобы входить в зал УЗВ не прямо с улицы, и другие. Ясно, что возможны две стратегии: или «втискивать» УЗВ в имеющееся строение, или строить новое, чтобы оборудовать в нем УЗВ.

Концепция УЗВ

Концепция предусматривает создание УЗВ в одном прямоугольном длинном бассейне. Каждый узел занимает определенный отсек бассейна. Это позволяет экономить место. Можно строить несколько прямоугольных бассейнов, экономя материалы за счет смежных стен, но в каждом бассейне будет своя независимая УЗВ. Мы хорошо понимаем, что пока находимся на стадии освоения этой системы разведения, поэтому в плане плотности содержания рыбы остановились на «скромных» 30-40 кг/м³. Такая продуктивность возможна при использовании аэрации. В нашем случае аэрация будет проходить в капельном биофилтре. УЗВ должна находиться в ангаре, стены которого должны хорошо держать температуру, чтобы экономить на подогреве. Греть будем воду в бассейне, поэтому надо запланировать котел, систему труб для

подачи воды к теплообменнику, расположенному в отсеке с насосом.

Важный вопрос – размер бассейна. Каждый рыбовод решает это сам. Прежде всего, это зависит от планируемого урожая. В странах с развитой рыночной экономикой считают, что минимальный урожай фермы должен быть 20 тонн рыбы в год, тогда ферма будет устойчивой и рентабельной. Но в тех странах уже сформировались цены на рыбу, на весь сервис (поставки оборудования, рыбопосадочного материала, кормов, энергии и других материалов). У нас же пока приходится считаться с такими факторами, как переходная экономика с незавершенной полностью приватизацией, дефицит рыбы, бедный ассортимент видов (в основном - толстолобик; в меньшем количестве – карп и несколько других видов), неустоявшиеся цены на виды рыб, которые пока неизвестны нашему покупателю, отсутствие промышленных сбалансированных кормов и их поставщиков и т.д. Энергию у нас легко отключают без предупреждения и без ответственности за это отключение. Немаловажно и то обстоятельство, что в нашей глубоко континентальной стране цена рыбы (особенно живой) очень высока. Тот же карп имеет стоимость в разы выше, чем на мировом рынке. Все это делает привлекательной интенсивную технологию.

Пока, к сожалению, нет опыта работы рыбоводных ферм с интенсивной технологией, в том числе с УЗВ. Тем не менее, мы предполагаем, что ферма, где разводят карпов и другие, более коммерческие виды рыб, с урожаем 10 тонн в год, будет рентабельной (по состоянию на 2017 год).

Исходя из всего сказанного выше, мы для своего модуля УЗВ выбрали следующие основные технологические параметры:

Рыбопродуктивность	40 кг/м ³ (в одном цикле)
Температура воды	24 - 28°
Контроль и регуляция температуры	
Период полного обмена воды в рыбоводном бассейне	1 час
Регулирование водообмена и уровня воды	
Внесение кормов – вручную, путем разбрасывания	
Управление освещенностью в ангаре	
Вентиляция в ангаре	

В проекте мы создали УЗВ с объемом всего бассейна 25 м³, объемом рыбоводного бассейна – 13 м³. Схематично модуль (одна УЗВ) представлен на рисунке 9. Вся ферма у нас включает 10 бассейнов/УЗВ (два ряда по 5 УЗВ) (рис. 10).

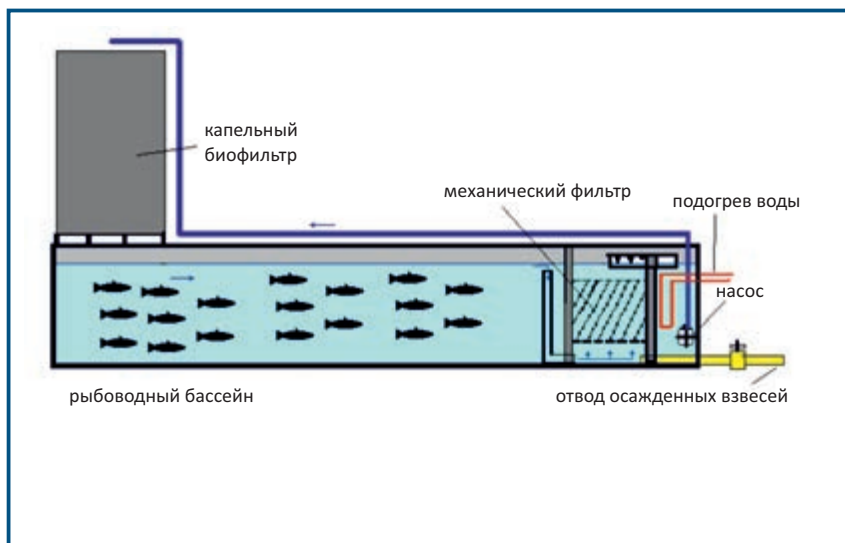


Рис. 9. Общая схема УЗВ

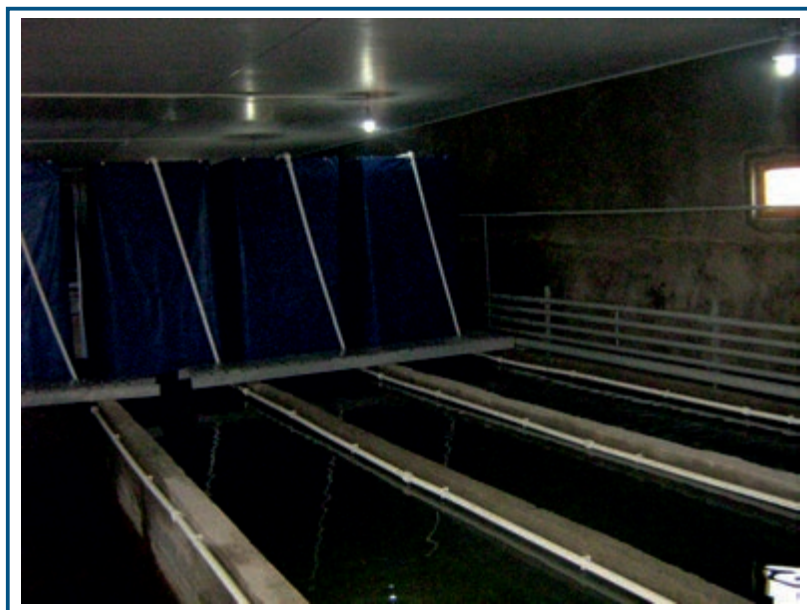


Рис. 10. Фото УЗВ, созданной по проекту ПМГ (Кибрайский район, Ташкентская область)

Как уже сказано, УЗВ создана на базе прямоугольного бассейна. В прямоугольных бассейнах важно создать ток воды, для чего нужно запланировать соотношение длины к ширине от 6:1 до 8:1. Это относится и к самому рыбоводному бассейну. Бассейн можно делать из металла, стекловолокна, пластмассы и других устойчивых к воде и не пропускающих ее материалов. Конечно, важно, чтобы материал был устойчив к механическим повреждениям: все-таки 1 м³ воды давит с силой в 1 тонну, причем как вниз, так и в стороны. Мы сделали бассейны из железобетона. К железобетону требования довольно высокие. Лучше использовать цемент М300 и выше. Не должно быть трещин, т.е. заливать надо весь бассейн сразу. Толщина основных стен должна быть не менее 20 см. Надо хорошо армировать. Если у вас объем бассейна будет больше 5 м³, толщину дна лучше делать не менее 40 см. Что касается внутренних стенок, перегородок—толщина может быть меньше 10 см, если их делать из железобетона.

Описание узлов УЗВ

Рыбоводный бассейн

В данной схеме УЗВ мы используем прямоугольный бассейн, в котором ток воды выносит взвеси со всего бассейна в его нижнюю часть. В верхнюю часть бассейна поступает чистая вода из биофильтра. В нижней части бассейна у дна узкая щель высотой до 7-10 см, через которую вытекает вода из рыбоводного бассейна. Это легко делается при использовании шандор; нижнюю шандору не вставляете (ставите только упоры для верхних шандор). Расположение щели позволяет хорошо перемешивать отводимую воду и выводить из рыбоводного бассейна взвеси со дна бассейна. Вода поступает в отсек механического фильтра снизу. Можно вместо узкой щели поставить просто трубу, лучше даже несколько, замурованных внизу перегородки между рыбоводным бассейном и отсеком с механическим фильтром. Только отверстия (диаметром не менее 10 см) надо сделать у самого дна, чтобы выносить все взвеси.

Если вы будете работать с видами рыб, не очень требовательными к чистоте воды, то можно установить трубу так, чтобы она забирала воду в рыбоводном бассейне у поверхности. Это снизит нагрузку на механический фильтр. Но в этом случае возрастают требования к току воды (он должен быть выше, чтобы взвеси распределялись по всей толще воды и выносились из рыбоводного бассейна). Надо также периодически очищать водным пылесосом дно бассейна от осадка. У себя мы выращиваем африканского сомика, очень нетребовательного к чистоте воды, поэтому применили именно такой вариант. В УЗВ же, построенной по нашему проекту в рыбхозе Сырдарьинской ТЭС, выход

воды из рыбоводного бассейна осуществляется через узкую щель у дна (рис. 11).

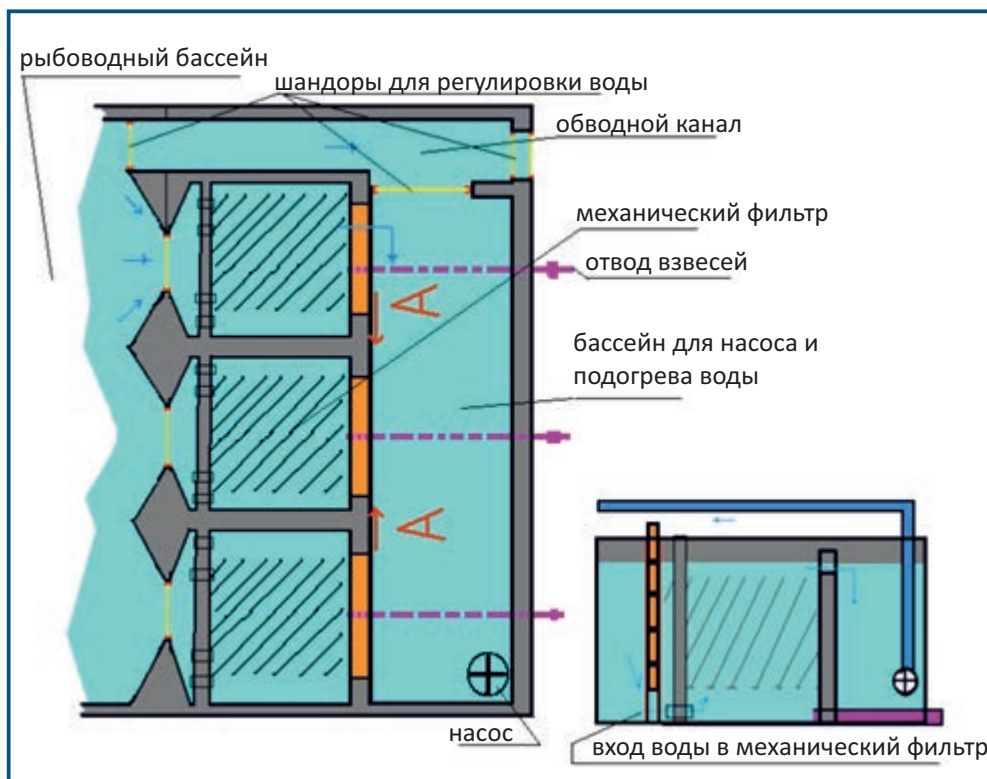


Рис. 11. Схема механического фильтра в УЗВ, построенной по нашей схеме в рыбхозе Сырдарьинской ТЭС

Механический фильтр

Он представляет собой отстойник, заполненный специальным субстратом (рис. 12). Вода из рыбоводного бассейна входит снизу через узкую щель или отверстие трубы, затем, попадая в намного более широкую камеру, резко снижает скорость тока и медленно поднимается вверх через субстрат. Субстрат выполняет две функции: еще более тормозит скорость воды и является экраным фильтром. При снижении скорости воды тяжелые частицы оседают. Эти частицы не должны попасть в биофильтр, чтобы не забить его поры и не снизить пропускную способность. Осветленная вода выходит сверху и сливается в бассейн для насоса.

Мы используем субстрат из пластикового материала, т.е. он начинает выполнять функции биофильтра.



Рис. 12. Механический фильтр и дренажная труба (слева), бассейн для насоса с теплообменником от центральной системы отопления (справа), вид сверху.

По дну механического фильтра установлена перфорированная труба. Устанавливать трубу надо ниже уровня дна. Но дырки в трубе должны быть сверху и выходить в сам механический фильтр. Через эти дырки взвеси оседают вниз, в трубу. Сама труба выходит другим концом за территорию УЗВ и имеет там кран. При открытии крана (возможна установка малых фекальных насосов) взвеси будут выноситься за территорию УЗВ. Эту операцию проводят постоянно, 1-2 раза в сутки, особенно при выращивании товарной рыбы больших размеров. Можно вместо трубы сделать бетонированный желоб, покрытый сверху решеткой. Ясно, что дырки в трубе или решетка над желобом должны быть только на дне механического фильтра, далее труба/желоб должны быть вмонтированы в стенки бассейна и выносить взвеси за территорию УЗВ.

Бассейн для насоса

В этот бассейн попадает вода, осветленная в механическом фильтре, через верхнюю выемку в стенке между этими двумя отсеками. В бассейне установлен основной насос, благодаря которому вода циркулирует по всей УЗВ. Требования к насосу очень жесткие. Он должен максимум за 1 час полностью совершить водообмен в рыбоводном бассейне. Если вы запланируете рыбоводный бассейн объемом воды 10 м³, то производительность насоса должна быть

$$10 \text{ м}^3 : 60 \text{ мин} = 0,17 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

На случай, если пропускная способность механического фильтра будет ниже, существует обводной канал со свободным током воды из рыбоводного бассейна в бассейн для насоса. Обводной канал также служит для регулиро-

вания воды в случае проведения некоторых мероприятий, например ремонта или замены механического фильтра. В этом случае рыбовод закрывает проход воды в мехфильтр, а вся вода прогоняется через обводной канал.

Следует предусмотреть также регулируемый выход обводного канала за территорию УЗВ на случай, если возникнет необходимость частичного осушения рыбоводного бассейна (например, при массовом облове рыбы).

Подогрев воды

Подогрев воды предлагается проводить в бассейне для насоса. По стенкам и дну бассейна устанавливают змеевик, осуществляющий функцию теплообменника. По змеевику проходит подогретая вода. Змеевик входит в систему центрального отопления, включающую котел в удобном для данного здания УЗВ месте. У нас котел вынесен в специальное помещение, примыкающее к залу с УЗВ и имеющее отдельный вход как с улицы, так и из зала УЗВ. Установка подогрева воды – это обычная работа для сантехника, к которому и можно обратиться. Только помните, что температура воды должна быть не выше 28–30°. Много энергии уйдет на подогрев воды, а на поддержание температуры – мало. Позаботьтесь о хорошей теплоизоляции здания, чтобы «не греть атмосферу» и экономить энергию.

Котел должен иметь датчик температуры воды в системе. За очень короткий период времени рыбовод определит зависимость между температурой воды в трубах центрального отопления и в рыбоводном бассейне.

Совет – ведите журнал температуры воды в УЗВ и температуры воздуха снаружи ежедневно. После первого года работы вы будете многое знать про погоду и как дешевле поддерживать оптимальную температуру в УЗВ.

Биофильтр

В нашей схеме предлагается капельный биофильтр. Он прост в работе, удобен для начинающих рыбоводов, а кроме этого выполняет функцию аэрации и дегазации. Это означает, что не нужен отдельный двигатель для аэратора. Однако для работы капельного биофильтра воду надо постоянно поднимать вверх башни с субстратом. Важно создать крепкий каркас/скелет для башни, в который вставляются блоки с субстратом (рис. 13).

В нашей схеме биофильтр устанавливают с одного края рыбоводного бассейна, который функционально будет верхней частью. Очищенная вода капает с биофильтра в рыбоводный бассейн и далее течет в противоположный конец бассейна, где установлены механический фильтр и отсек насоса. Таким образом, вода циркулирует по всей УЗВ благодаря одному насосу, который в

первый раз поднимает ее от уровня рыбоводного бассейна в верхнюю точку УЗВ (на вершину башни капельного биофильтра), а далее она движется по узлам УЗВ самотеком.



Рис. 13. Сборка капельного биофильтра в проекте

Принципиальным вопросом является расчет размеров капельного биофильтра. Субстрат для капельного биофильтра должен иметь большие пустоты, позволяющие воде струйками спускаться по поверхности субстрата и находиться в постоянном контакте с воздухом атмосферы. Вследствие этого капельный биофильтр должен быть довольно больших размеров.

Мы освоили производство субстрата с таким показателем, как $120 \text{ м}^2/\text{м}^3$, и рассчитали, что максимальной нагрузкой будет 40 кг биомассы рыбы на один кубометр воды. Субстрат устанавливают в жесткий каркас.

Дополнение

Наша схема рассчитана для рыбопродуктивности $30\text{--}40 \text{ кг}/\text{м}^3$. После того, как рыбовод освоит этот уровень, возможности схемы можно усилить, а значит, производить больше рыбы:

- поставить более мощный насос, который обеспечит более быстрый ток воды;
- увеличить объем биофильтра (поставить рядом еще одну башню, нарастить башню сверху).

УЗВ можно создавать не в одном бассейне, а в нескольких, расположенных на одной площадке друг за другом (рис. 14). В этом случае хорошо бы дно рыбоводного бассейна сделать чуть выше дна бассейна механического фильтра, чтобы эффективнее выносить взвеси.

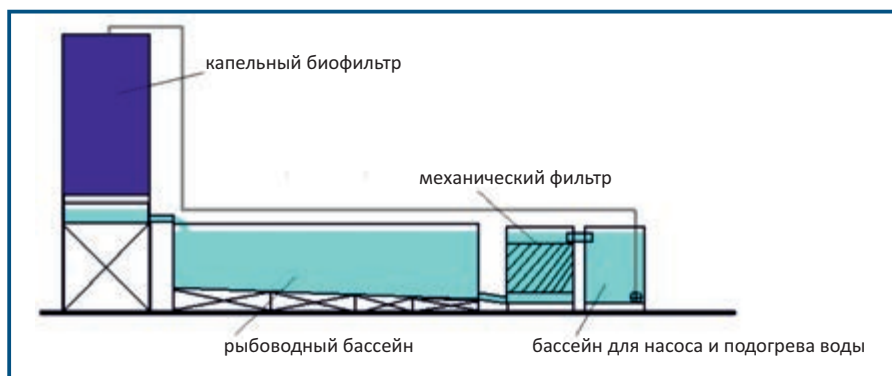


Рис. 14. Вариант нашей схемы УЗВ, которую можно создать, используя отдельные бассейны.

Осуществляя проект, мы завезли в конце января 2011 года личинку африканского сома, до мая 2011 года вырастили рыбопосадочный материал (рис. 15), часть которого отвезли в УЗВ в рыбхозе Сырдарьинской ТЭС, а часть оставили у себя для будущего маточного стада. В рыбхозе ТЭС рыбы достигли товарной навески (1-1,5 кг) уже к началу июля 2011 года, т.е. за полгода. Кстати, та молодь африканского сома была одной из первых, завезенных в Узбекистан. Уже к 2017 году африканский сом стал популярным у рыбководов республики, его успешно воспроизводят искусственными методами и выращивают товарную рыбу. Во многом это - результат проекта Программы Малых Грантов Глобального Экологического Фонда в Узбекистане.

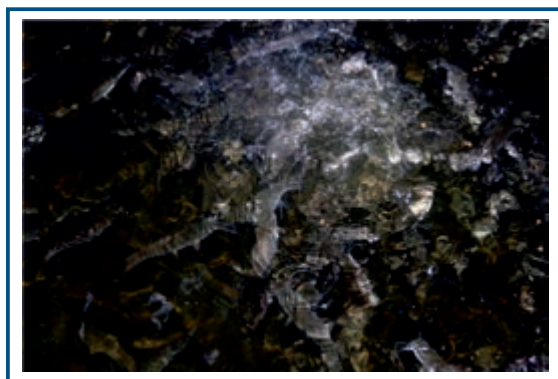


Рис. 15. Молодь африканского сома в бассейне УЗВ, навеска 25-30 граммов (апрель 2011 г.)

Выращивание рыбы

В УЗВ условия регулирует рыбовод, что позволяет выращивать разные виды рыб. Список разводимых рыб различается в разных странах. Во многом он зависит от спроса на местном рынке, умения определить тенденции и внедрить новый перспективный вид, от качества кормов и т.д. Установка замкнутого водоснабжения позволяет выращивать в том числе такие виды, которые не обитают в местных водоемах. Для этого УЗВ дает отличную возможность, так как она не связана с поверхностным стоком, а значит, новый вид не может попасть в местные водоемы и негативно повлиять на местную ихтиофауну и в целом на экосистему прилегающих водоемов.

Виды рыб, разводимые в развитых странах, достаточно экзотичны для Узбекистана. Можно указать такие объекты как сом (несколько видов: канальный сомик из Америки, африканский сомик, азиатский сомик, обыкновенный сом и другие), несколько видов окуня (в Америке, Австралии), тиляпия, угорь, осетр, а также другие водные животные (раки, креветки, крабы, устрицы и другие). В случае УЗВ с холодноводными условиями основным объектом разведения является радужная форель, возможно также выращивание гольцов.

В УЗВ нет естественной кормовой базы рыбоводного водоема, только искусственно вносимые корма могут обеспечить рыбу всеми необходимыми питательными веществами. Поэтому используют сбалансированные комбикорма, произведенные на заводах, специализирующихся на кормах для рыб. Заводы эти выпускают корма для конкретных видов рыб. Конечно, не для всех видов рыб промышленность выпускает корма; некоторая заменяемость все же существует, если несколько видов близки по экологическим особенностям. Например, корма для одного хищника - радужной форели - могут быть использованы для другого хищника - сома.

Для рыб, живущих в толще воды, в УЗВ (где бассейны обычно неглубокие, около 1 м глубиной) лучше использовать сухие плавающие корма в виде гранул; лучше подходят экструдированные корма. В этом случае и наблюдать за поедаемостью кормов легче, и остатки их лучше выносятся из рыбоводного бассейна.

Размер гранул кормов должен соответствовать размерам рыб, точнее — размерам их ротового аппарата. Каждому размеру рыб соответствуют размеры гранул в пределах определенного диапазона. Лучше кормить гранулами более крупными в пределах этого диапазона, чтобы увеличить потребление и уменьшить потери кормов.



Важно правильно хранить корма в пределах указанных производителем сроков годности. При хранении корма окисляются, а значит - теряют качество и даже могут вызвать пищевые отравления, если испортятся. Храните корма в темном прохладном месте, оберегайте от грызунов и других животных, которые могут прогрызть мешки с кормами. Такие вредители могут не просто съедать дорогие корма, но и оставлять там испражнения, которые испортят как корма, так и воду в системе.

Отдельно упомянем о нормах внесения кормов. Известные фирмы-производители имеют хорошие наработки во многих теоретических вопросах приготовления кормов и кормления рыб разных видов. Такие производители сопровождают свою продукцию подробной информацией на упаковке, в паспортах, на своих сайтах в Интернете о качестве кормов, о рекомендуемых нормах внесения их, в зависимости от размеров рыб и от температуры воды. Рыбоводу остается только:

- прочитать и осмыслить эту информацию;
- каждую неделю делать тщательный контрольный облов для определения средней навески рыбы и расчета общей биомассы в каждом бассейне (естественно, рыбовод должен записать количество рыбы в бассейне);
- подобрать корм с оптимальным размером гранул;
- рассчитать суточную дозу кормления рыб этим кормом.

Для рационального использования кормов и лучшего роста рыбы рыбоводу следует придерживаться простых правил. Лучше кормить рыбу не один раз в день, а несколько раз. Для этого разделите суточную дозу на 4-8 доз. Кормите в одно и то же время каждый день. Разбрасывайте корма по как можно большей площади бассейна, чтобы больше рыб могли поймать гранулы.

Среди известных европейских производителей кормов укажем такие фирмы, как Skretting, Coppens, Aller Aqua, DANA Feed, Biomar и другие.

Приведем пример типичного промышленного корма для тепловодной рыбы от одного из известных производителей из Европы – фирмы «Aller Aqua».

Из рекламной странички для корма «Aller 37/12» (рис. 16) хорошо видно, что содержание протеина в нем составляет 37%. В верхней таблице приведены все другие важные характеристики корма для указанных видов рыбы. Во второй (нижней) таблице - данные, показывающие, как лучше кормить рыб данным кормом. В таблице даны оптимальные нормы внесения корма в сутки в зависимости от размеров рыб и температуры воды в день кормления. Также указаны рекомендуемые размеры гранул кормов.

НАЗНАЧЕНИЕ:	продукционный корм для карпа, сома и осетровых рыб
ТИП:	полностью экструдированные корма
РАЗМЕР ГРАНУЛ:	XS, S, M, L - эллипсовидные
КОМПОНЕНТЫ:	рыбная мука и жир, пшеница, растительное масло, отходы маслобойного производства, продукты переработки бобовых культур, витамины и минеральные добавки
ВИТАМИНЫ:	A-2500, МЕ/кг, D-500, МЕ/кг, E-100 мг/кг
УПАКОВКА:	мешки по 25 кг

ГАНТАРИОВАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРМА

Показатели	Гранулы XS, S, M, L
Сырой протеин, %	37
Сырой жир, %	12
Углеводы, %	31,1
Зола, %	7
Клетчатка, %	4
Азот в сухом веществе, %	6,5
Фосфор в сухом веществе, %	1, 21
Общая энергия, Ккал/МДж	4660/19,5
Переваримая энергия, Ккал/МДж	3651/15,3

СУТОЧНЫЙ РАЦИОН КОРМЛЕНИЯ КАРПА (процент корма от биомассы рыбы в сутки)

Масса рыбы, г	Размер гранул	Температура воды, °C		
20-50	2 mm	10-15	15-20	20-26
50-100	XS	4,50	5,0	7,0
100-300	S	3,00	4,00	6,00
300-600	M	2,00	3,50	5,00
600-1000	ML	1,75	3,50	4,00
1500-2500	L	1,25	2,00	3,00

Рис. 16. Пример характеристик сбалансированных высокопродукционных кормов для рыбы.

Для оптимального кормления необходимы следующие постоянные действия рыбовода.

1. Ежедневно определять периодически температуру воды в системе. Можно делать 2 промера в день (через 12 часов), можно – 4 (через 6 часов). Данные записывать в рабочий журнал постоянно. Определять температуру можно

поручить ответственному рыбаку, лаборанту, а самому рыбоводу пользоваться данными рабочего журнала наблюдений.

1. При зарыблении рыбоводного бассейна записать в соответствующий рабочий журнал определенное по движению стада количество рыб. Постоянно подсчитывать и регистрировать в этом же журнале отход рыбы. Так рыбовод будет знать количество рыб в конкретном рыбоводном бассейне.

2. Каждую неделю в определенный день (например, по понедельникам) во всех бассейнах следует проводить контрольный облов. Надо поймать и без выбора взвесить не менее 25 рыб; для крупных рыб индивидуальной массой более 400 г можно ограничиться выборкой в 10-15 особей. Для этого надо иметь чашку (для мелких) или ведро с перфорированным дном и нижней частью. Через многочисленные отверстия вода уйдет из ведра, а в нем останутся только рыбы. Определенное количество их следует поместить в ведро, быстро взвесить (записать результат) и поместить рыб обратно в рыбоводный бассейн. Затем следует взвесить пустое ведро и вычесть его вес из веса ведра с рыбой. Полученную величину разделить на количество взвешенных рыб. Так будет получена средняя индивидуальная навеска рыбы в конкретном рыбоводном бассейне.

3. Перемножив среднюю навеску рыбы и количество рыб в бассейне (с учетом отхода), можно получить общую биомассу рыбы в бассейне.

4. В результате проведенных мероприятий рыбовод будет знать температуру воды, размер рыб, общую биомассу. В таблице рекомендаций по рациону от производителя рыбоводу следует найти оптимальные данные о рационе и размерах гранул кормов для данного вида.

Например, у рыбовода имеется 5000 экземпляров карпа навеской 400 граммов. Общая биомасса – 2000 кг (0,4 кг x 5000 шт.). Температура воды в бассейне 22°.

Тогда надо использовать гранулы размера «М» (маркировка указана на мешке), внося в сутки 4,5% от биомассы рыбы, т.е. 90 кг (2000 x 4,5/100).

Рыбовод отвешивает 90 кг на сутки, размещает это количество корма отдельно в удобном месте и делит всю порцию на 4-8 разовых порций. Таким образом, в бассейн будут вноситься корма 4-8 раз в день за период с раннего утра до вечерней зари.

Критически допустимое содержание рыб в системе

Конкретная система УЗВ включает мощности, позволяющие содержать определенную биомассу рыб и восстанавливающие качество воды после внесения определенного количества кормов. Если выращивать рыбу тради-

ционным для экстенсивного рыбоводства способом, то рыбовод в начале цикла зарыбляет систему (небольшую часть ее бассейнов) посадочным материалом (например, по биомассе – 10% от планируемого урожая), выращивает рыб и, когда вырастит урожай, отлавливает рыб и продает. Затем начинает новый цикл. Получается, что система будет работать с полной нагрузкой только несколько дней перед обловом. А в течение всего цикла ее мощности будут недоиспользованы, причем значительно: в отдельные месяцы – до 80-90%. Но насосы и все оборудование будут работать для обеспечения циркуляции воды независимо от нагрузки. Значит, надо переходить на такое движение стада, которое обеспечит постоянное содержание рыб в количестве, как можно более близком к максимально возможной биомассе в данной УЗВ. Существует понятие критически допустимого содержания рыб (critical standing crop) – это максимальная биомасса рыб, при которой их рост не ограничивается условиями данной системы. Рыбоводу надо стремиться, чтобы в системе биомасса всегда была как можно ближе к допустимому содержанию рыб. Тогда мощности системы загружены рационально, что удешевляет рыбу. Ясно, что для этого все стадо рыб в УЗВ должно быть разбито на разновозрастные и разноразмерные группы, т.е. в одном бассейне – рыба, готовая к реализации, в другом – рыба поменьше и т.д. Отдельную возрастную группу называют «когортой». В нашей УЗВ мы ориентировочно считаем критической биомассу рыб 35 кг/м³.

Для более рационального использования УЗВ молодь лучше зарыблять при высокой плотности посадки – 800 шт./м³. В этом случае биомасса рыб в бассейне в период, когда молодь достигнет средней навески 25 г, составит 20 кг/м³. С момента, когда биомасса достигнет указанной величины постоянно-го содержания, стадо периодически следует рассаживать в разные бассейны (обычно – наполовину). Далее разделенные части стада выращивают в разных бассейнах. Цель этого метода – избежать остановки роста рыб и улучшить контроль их численности.

Периоды, этапы, стадии онтогенеза рыб

Рыбоводный водоем надо зарыбить. Чем? Ясно, что маленькой рыбой. Но... маленькие рыбы – это и личинка, и малек (массой до 1 г), и рыбы индивидуальной массой 25 г. Но они очень и очень отличаются друг от друга, не только биологически, но и спецификой их выращивания. Поэтому рыбоводу необходимо иметь представление о развитии рыб и, конечно, о правильном использовании терминов, связанных с выращиванием рыбы, применительно к конкретному хозяйству.

Под онтогенезом (индивидуальным развитием) понимают совокупность

изменений организма на протяжении жизненного цикла, от икринки до старости и смерти. Эти изменения происходят непрерывно, однако в них выделяют различные по продолжительности интервалы.

Самые крупные интервалы развития – периоды. Каждый период жизни отличается своими ведущими отношениями с внешней средой и, следовательно, морфофизиологическими особенностями. Разные периоды жизни организма качественно различаются по морфологическим, физиологическим и ряду других характеристик (рис. 17).

Каждый период развития распадается на этапы, которые также следуют в определенном порядке. Этап – период жизни организма, в течение которого не происходит крупных существенных (качественных) изменений; хотя организм растет и развивается, характер ведущих отношений со средой качественно не изменяется. На разных этапах в течение одного периода организм сильно не отличается по морфологическим и физиологическим признакам. Этапы подразделяются на стадии – интервалы, в течение которых развивается определенный признак (например, стадия двух бластомеров).

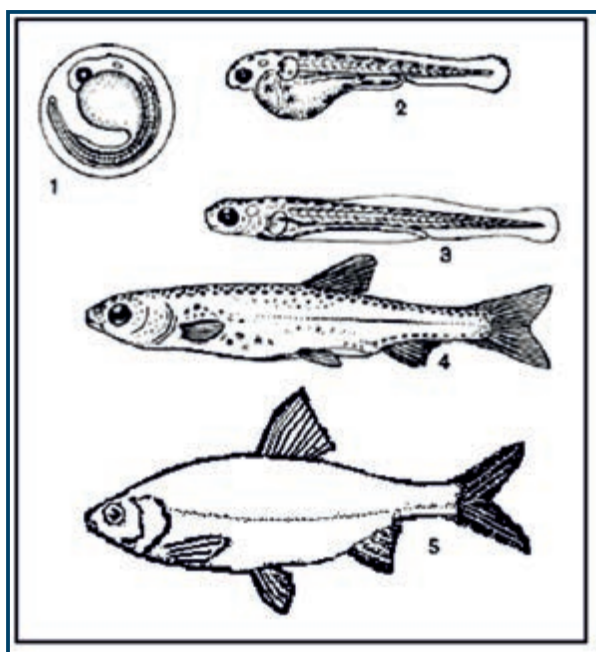


Рис. 17. Жизненный цикл карповых: 1 – икринка, 2 – предличинка, 3 – личинка, 4 – малек, 5 – взрослый организм.

Жизнь организма начинается с момента оплодотворения яйцеклетки. У рыб это – икринка. В икринке кроме самого развивающегося организма есть



желток – питательное вещество, содержащее все необходимые вещества для начального периода жизни. Этот период называют эмбриональным, а сам организм – эмбрионом. Эмбриональный период длится от момента оплодотворения до перехода на внешнее питание. Яйцеклетка большинства рыб со временем развивается до личинки, которая первое время еще питается за счет остатков желточного мешка. Личинки ведут свободный образ жизни, самостоятельно питаются и имеют своеобразные приспособления к среде в виде временных, провизорных органов. По мере развития личинка переходит на смешанное питание, захватывая мелкие питательные вещества из внешнего мира, а затем полностью – на внешнее питание. Это личиночный период в жизни рыбы. Внешне личинка совсем не похожа ни на икринку, ни на взрослую рыбу: личинка прозрачная, чешуи нет, видно, как работает сердце, виден пищеварительный тракт, форма тела совершенно другая.

Личинка продолжает развиваться. Появляются органы, которые есть уже у взрослой рыбы: плавники, жаберная крышка, чешуя. Личинка превратилась в малька, начался период неполовозрелого организма. (Ряд ведущих ученых выделяют самостоятельный мальковый период). Малек уже полностью похож на рыбу, он растет, и развиваются его гонады – половые железы. Со временем рыбы достигают половозрелости и переходят в период взрослого организма. У них функционируют все системы жизнедеятельности – питания, выделения, репродукции, органы чувств и т.д. В этот период рыба может один раз в год участвовать в воспроизводстве себе подобных. С возрастом организм переходит в период старости. Функции затухают, рост замедляется вплоть до прекращения. Кончается период старости смертью.

Периодизация рыбоводного процесса

Как уже было сказано, рыбы в разные периоды жизни имеют разные ведущие отношения с внешней средой. Вследствие этого инженерные и технологические решения для создания благоприятных условий среды при содержании рыб в разные периоды различаются (размеры и устройство водоемов, плотность посадки, качественные и количественные характеристики кормления и т.д.).

Икринки и предличинки содержатся в инкубационных аппаратах. Здесь самые высокие требования к качеству воды. Инкубационные аппараты должны как можно точнее имитировать условия нерестилищ конкретных видов рыб. Набор технологических методов и мероприятий, обеспечивающих прохождение эмбрионального периода, называют инкубацией, которую проводят в инкубационном цеху. Личинок содержат в лотках и личиночных бассейнах. Личинки малы, у основных рыб – объектов разведения они имеют

массу тела не более нескольких десятков миллиграммов. Личиночные лотки, бассейны – это малые по объему водоемы, обеспечивающие высокое качество воды в них. Предличинки первое время не кормят, так как они питаются за счет желточного мешка. По мере рассасывания этого мешка начинают сначала подкорм, а затем кормление. Набор рыбоводных методов и мероприятий для обеспечения прохождения личиночного периода называют подращиванием. Результатом подращивания являются мальки.

Далее проходит период неполовозрелого организма. Для большинства объектов аквакультуры в рамках этого периода находится и товарная рыба. Но рыбоводы для удобства разделили прохождение одного биологического периода онтогенеза на два рыбоводных цикла: выращивание и нагул товарной рыбы.

Обычно мальки – это рыбы массой около 1-3 граммов. Мальков пересаживают в выростные бассейны или пруды, садки и растят до т.н. рыбопосадочного материала. Процесс этот называют выращиванием и осуществляют в выростных рыбоводных водоемах. Выростные рыбоводные водоемы намного больше инкубационных аппаратов и личиночных лотков/бассейнов, но в то же время – намного меньше нагульных прудов. В прудовых хозяйствах выростные пруды имеют площадь от 1 до 50 га, в интенсивных условиях – несколько кубометров. В условиях открытых систем и сезонного климата выращивают сеголеток, которые, перезимовав, становятся годовиками. Их удобно перевозить, так как это еще небольшие рыбы навеской около 25 г.

В открытых системах (где есть сезонность) рыбопосадочный материал весной зарыбляют в большие нагульные рыбоводные водоемы. В экстенсивном и полунтенсивном рыбоводстве нагульные пруды могут быть площадью несколько десятков гектаров, в интенсивном рыбоводстве – несколько десятков кубометров. Процесс называют выращиванием товарной рыбы, или нагулом. За этот рыбоводный период рыб растят до товарной навески (форель – 250 г, карп, сом – 0,5-1 кг). В таблице 4 приведен режим выращивания товарной рыбы в рыбоводных прудах по технологии, применяемой в Узбекистане.

Таблица 4. Классический режим двухлетнего выращивания тепловодных рыб (на примере карпа)

<i>Процесс</i>	<i>Время</i>	<i>Результат процесса</i>
Инкубация икры	Менее одной недели в мае	Личинка

Подращивание	Несколько недель (до 1 месяца) в июне	Малек
Выращивание	Лето – первая половина осени	Сеголетка
Зимовка	Вторая половина осени – март второго года жизни	Годовик
Нагул	Ранняя весна – осень второго года жизни	Товарная рыба

В организационном плане, хозяйства, осуществляющие проведение инкубации икры, подращивание личинок, выращивание мальков до рыбопосадочного материала, называют рыбопитомниками, а хозяйства, выращивающие товарную рыбу, – нагульными хозяйствами. Такое деление во многом связано с сезонностью. Получается, что работы по созданию и эксплуатации половозрелых рыб (производителей), получению от них потомства и выращиванию молоди за первый год ее жизни осуществляются в рыбопитомниках, которые выращивают за этот год рыбопосадочный материал и передают его в нагульные рыбхозы. В нагульных рыбхозах выращивание товарной рыбы происходит также в течение одного года. Вследствие этого производственный цикл рыбоводного специализированного хозяйства сокращается с двух лет до одного года, что в экономическом отношении благоприятно как для больших предприятий, так и для малых.

В УЗВ есть свои существенные отличия, связанные со скоростью прохождения онтогенеза выращиваемого стада рыб. Так как температура воды оптимальная и корма высокопродукционные, скорость развития рыб очень высокая. Вследствие этого схема выращивания рыбы в общем остается той же, различается лишь временная шкала: рост от личинки до товарной рыбы происходит за 6-8 месяцев. При этом также есть отдельные или приспособленные системы для подращивания и выращивания (питомник) и нагула. Но работать они должны очень оперативно и независимо от сезона и погоды.

Изменение скорости выращивания рыб заставляет вводить новое для наших рыбоводов понятие о продукте рыбопитомников. В традиционных рыбопитомниках продуктом являются сеголетки (если их перевозят в нагульное хозяйство осенью) или годовики (весной). Все понятно и соответствует возрасту рыб. А как назвать такую же по развитию и размерам рыбу, но выращенную в УЗВ независимо от сезона? Навеска – тоже 25 г, как и у годовика, но возраст – всего 2-3 месяца! А если нерест был осенью, а эта рыба готова к перевозке в нагульный водоем зимой? В англоязычной литературе с учетом опыта тропи-

ческого рыбоводства (где такая практика постоянна) используют термин «фингерлинг» (fingerling), что означает «рыба с палец (размером)». Термин очень удачный. В русскоязычной же литературе есть только термин «рыбопосадочный материал». Но он длинный и указывает лишь на технологическую значимость, т.е. то, что рыбу посадят на нагул, – но не размерную принадлежность. Самым простым решением этого вопроса было бы ввести в обиход термин «фингерлинг». Тогда будем считать, что целью рыбопитомника является производство фингерлингов. В ином случае рыбоводу нагульного хозяйства надо четко употреблять термин «рыбопосадочный материал» (или сокращенно РПМ), подразумевая рыб навеской около 25 г.

Некоторые нормы выращивания рыб в УЗВ

Пока в Узбекистане нет опыта выращивания рыбы в установках замкнутого водоснабжения, разведения тилпии, сома, осетра. Вследствие этого не определены усредненные нормы для выращивания этих видов в условиях УЗВ. Такой материал только будет нарабатываться. Поэтому пока для ориентировки приведем нормы интенсивного выращивания в бассейнах форели и карпа, существовавшие в рыбном хозяйстве бывшего Минрыбхоза СССР в условиях плановой экономики. Эти нормативы были очень полезны для рыбоводов, в них указаны все действия от получения икры до облова товарного стада. С другой стороны, невыполнение нормативов означало брак в работе рыбовода, его низкую квалификацию и т.д. Это позволяло судить об эффективности работы рыбхоза.

В условиях частного предпринимательства нормативов нет, так как каждый рыбхоз финансирует производственный цикл на собственные средства. Хозяйство само выбирает стратегию, тактику, включая количество рыбопосадочного материала, кормов, оборудование и т.д. Но мы советуем предпринимателям определить вместе с рыбоводом план-задание на год, включая финансирование, сроки, планируемый выход рыбы, рост. Для этих целей можно использовать аналог нормативов, назвав их план-заданием на год.

С учетом сказанного, рыбоводный цикл в УЗВ будет выглядеть следующим образом:

Перевозка рыб

Реалии таковы, что в настоящее время рыбопитомников для объектов разведения в УЗВ нет не только в Узбекистане, но и во всем регионе. Рыбоводам следует освоить методы перевозки молоди, в том числе из других стран. Радужную форель или осетра можно перевозить в виде икры оплодотворенной, так как этап икринок у этих рыб длится долго – несколько месяцев. У многих других видов этот этап занимает всего несколько дней – например, у

карповых, сома, многих тропических рыб, - поэтому их перевозят на стадиях ранних личинок. Конечно, можно перевозить и на более поздних этапах и стадиях развития – например, мальков, фингерлингов (особей навеской 20-30 г). В этом вопросе следует учитывать следующие особенности:

- тип хозяйства (если хозяйство нагульное, то привозят фингерлингов, если рыбопитомник – то личинок или мальков);
- расстояние и связанные с этим транспортные расходы. Личинок привозят при высокой концентрации в полиэтиленовых мешках в ящиках, такой способ хорош даже при межконтинентальных перевозках. Мальков и более старших рыб везут при малых плотностях посадки, т.е. в большом количестве воды, часто в баках, цистернах, нередко с аэрацией. Такие перевозки используют на ближние расстояния внутри страны, района.

Личинок тепловодных и тропических видов (карпа, сома, тилapia и др.) привозят в полиэтиленовых пакетах. Обычно это пакеты объемом 20 л, заполненные на 20-30% водой, остальная часть - воздухом. Пакеты помещают в термоизоляционный ящик. На месте доставки ящики вскрывают, достают пакеты, помещают их на 10-20 минут в рыбоводный бассейн, чтобы сравнять температуру воды в пакете и бассейне (иначе у рыб будет температурный шок, при котором возможен большой отход). После этого пакет открывают и воду с личинкой осторожно переливают в бассейн.

Рыбоводу УЗВ следует включить систему за несколько дней до приемки личинок и ежедневно вносить в чистый бассейн немного корма для «созревания» биофильтра. Вносить надо столько корма, сколько будут вносить для личинок (исходя из условий договора поставки).

В первые 1-2 дня личинок не кормят, им надо отойти от стресса, полученного во время перевозки.

Подращивание личинок

Период наступает условно с момента, когда желточный мешок рассасывается на 50% от первоначальной величины и личинка встает на плав. Рыбы переходят частично на внешнее питание. С этого момента необходимо организовать постоянное питание.

Необходимо грамотно кормить рыб, следить за водообменом, чистотой бассейнов, количеством растворенного кислорода. Некоторые рыбоводы в первые дни кормят рыб науплиями артемии, другие – желтком куриных яиц, третьи сразу используют стартовый комбикорм.

Выращивание мальков

Мальковый период начинается после завершения рассасывания желточного

мешка и полного перехода личинок на внешнее питание. Рыбовод должен продолжать уделять особое внимание кормлению и поддержанию качества воды. В течение этого периода рыб содержат от личинок до малька.

Выращивание фингерлингов

Обычно в рыбопитомниках мальков, которые у большинства культивируемых видов рыб достигают навески 1-3 г, пересаживают в бассейны для выращивания рыбопосадочного материала – фингерлингов. Для хищных видов (сом, форель и другие) лучше проводить сортировку рыб по размерам. Далее группы разноразмерных рыб рассаживают в разные бассейны. В противном случае может проявиться каннибализм, более крупные рыбы будут съедать более мелких. Потери могут быть заметными.

Выращивание товарной рыбы

На стадии фингерлингов заканчивается выращивание рыб в рыбопитомниках. Нагульные хозяйства приобретают таких рыб и перевозят к себе в живорыбных баках. Важно провести эту операцию тщательно. Для уменьшения затрат выгодно сделать как можно меньше рейсов, а для этого рыбовод перевозит молодь при высоких концентрациях. На условия в баке влияют погода, длительность перевозки и т.д. Лучше перевозить в прохладное время суток – ночью, рано утром. Во время перевозки воду обязательно надо аэрировать. После доставки надо по возможности сбалансировать температуру воды в баке и в бассейне.

Первые сутки после перевозки рыб не беспокоят, дают отойти от стресса.

Фингерлингов сортируют и сажают в нагульные бассейны по размерным группам (рыб разного размера – в разные бассейны).

Как мы уже указали, общепринятых ранее нормативов для рыб при интенсивном выращивании, в том числе в УЗВ, пока просто нет, тем более что в УЗВ работают со многими новыми, экзотическими видами рыб. Но всегда удобно на что-то опираться, на какие-то обоснованные показатели. Для этой цели приведем имеющиеся в литературе данные, полученные в конце 1980-х в бывшем Минрыбхозе СССР, где тогда уже работали с интенсивными технологиями. Вот данные для холодноводного (форель) и тепловодного (карп) объектов (табл. 9, 10).

Таблица 9. Технологические нормы бассейнового разведения радужной форели в бывшем Минрыбхозе СССР

Показатель	Количество
------------	------------

Инкубация икры

Норма загрузки икрой аппарата горизонтального типа, тыс.шт./м ²	45-60
Норма загрузки икрой аппарата вертикального типа, тыс. шт./м ²	180
Расход воды в горизонтальном аппарате, л/мин./тыс. икринок	0,4
Расход воды на одну секцию вертикального аппарата, л/мин./90 тыс.икринок	10
Температура воды оптимальная, °С	6-10
Температура воды допустимая, °С	4-12
Длительность инкубации, градус-дней	320-360
Отход икры за период инкубации, %	10

Выдерживание свободных эмбрионов (предличинки)

Длительность выклева, градус-дней	40-50
Плотность посадки предличинки, тыс. шт./м ² тыс. шт./м ³	10 100
Расход воды, л/мин./тыс. шт.	0,7-0,9
Уровень воды в бассейне, м	0,1
Температура воды оптимальная, °С	12-14
Продолжительность выдерживания ориентировочная, градус-дней	120
Отход за период выдерживания, %	5

Подращивание личинок

Плотность посадки личинок, тыс.шт./м ² тыс.шт./м ³	10 50
Расход воды, л/мин./тыс. шт. л/мин./кг рыбы	1,2–2 4,9–7,7

Уровень воды в бассейнах, м	0,2
Температура воды оптимальная, °C	14–8
Продолжительность подращивания, дней	10–15
Навеска личинок к переходу на активное питание (конец периода), г	0,1–0,15
Отход за период, %	10

Выращивание мальков (до 1 г)

Плотность посадки, тыс. шт./м ²	10
тыс. шт./кг рыбы	25
Расход воды, л/мин./тыс. шт.	3–5
л/мин/кг рыбы	3–8
Водообмен, мин.	10–15
Уровень воды в бассейнах, м	0,4
Температура воды оптимальная, °C	14–18
Продолжительность выращивания, дней	30–40
Отход за период, %	20

Выращивание РПМ (рыбопосадочного материала)

Площадь бассейнов, м ²	до 30
Плотность посадки, шт./м	не более 2000
Расход воды (в конце периода) л/мин./тыс. шт.	35
л/мин./кг рыбы	2
Уровень воды, м	до 1 м
Отход за период, %	

Выращивание товарной рыбы

Плотность посадки, шт./м	не более 350
--------------------------	--------------

Расход воды (в конце периода) л/мин./тыс. шт. л/мин./кг рыбы	250 0,9
Отход за период, %	10
Конечная рыбопродуктивность, кг/м ³	75

Таблица 10. Рыбоводные показатели при интенсивном выращивании карпа в бассейнах в бывшем Минрыбхозе СССР

<i>Процесс</i>	<i>Показатель</i>	<i>Ориентировочная норма</i>
Подращивание личинок	Глубина слоя воды	0,2–0,3 м
	Оптимальная температура воды, °С	25-30°
	Скорость водообмена	20 мин.
	Плотность посадки личинок до навески 15 мг	50-100 тыс. шт./м ³
	- " -50 мг	25 тыс. шт./м ³
	Выход рыбы до навески 15 мг	80%
	- " - 50 мг	85%
	- " - 1 г	85%
Выращивание РПМ	Глубина слоя воды	до 1 м
	Скорость водообмена в бассейне	20–60 мин.
	Начальная навеска	1 г
	Конечная навеска	25-30 г
	Плотность посадки	1000 шт./м ³
	Выход	90%
Выращивание товарной рыбы	Глубина слоя воды	до 1 м
	Расход воды на 1 кг рыбы при выращивании рыб навеской 100 г 300 г	0,04 л/сек. 0,03 л/сек.

	500 г	0,02 л/сек.
	Выход	50%

Некоторая информация по африканскому сомику

Приведем также данные по африканскому сомику, любезно предоставленные нам Б. Рузендалем (Нидерланды) по опыту работы в УЗВ с высочайшей продуктивностью – 400 кг/м³ в течение одного производственного цикла.

Средняя индивидуальная масса вылупившихся личинок	3-5 мг
Плотность посадки личинок	200-250 тыс./м ³
Отход за время подращивания	35%
Плотность посадки мальков	15 тыс./м ³
Отход за время выращивания мальков до фингерлингов	15% (от выключившихся личинок)
Размер фингерлингов	10-15 г
Плотность посадки фингерлингов	5 тыс./м ³
Отход за время нагула	3-7% (от количества фингерлингов)

Приведенные здесь показатели плотности посадки на первых порах (до освоения выращивания рыб в УЗВ) лучше, как нам кажется, уменьшить на 20-50%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие – это обзор материалов, имеющих в литературе и в интернет-источниках. Технологии развиваются, на рынке постоянно появляются новые типы оборудования, новые модели. Развиваются и методы работы установок замкнутого водоснабжения, однако общий принцип их деятельности остается. Необходимо понять, что очень трудно собрать УЗВ, просто скомпоновав все необходимые узлы. Надо иметь знания о разведении рыб, качестве воды, аквакультуре и т.д. Успех приходит с опытом, когда появляются знания о требованиях к каждому узлу.

Чаще обращайтесь к специалистам, имеющим опыт работы с этими система-

ми. Постоянно держите под контролем экономические показатели работы УЗВ. Тщательно регистрируйте процесс выращивания: какую рыбу, какого размера, в каком количестве, в какой бассейн, когда посадили. Измеряйте температуру воды и другие важные параметры ежедневно. Регистрируйте отход рыб. Регистрируйте расчеты по кормлению и фактически внесенные количества кормов в каждый бассейн. Не забывайте регистрировать дату каждого мероприятия. Составляйте планы на ближнюю и дальнюю перспективу и записывайте их. Проводите контрольные ловы и результаты тщательно регистрируйте. Записывайте данные по вылову рыб на реализацию. Анализируйте данные, высчитывайте реальный кормовой коэффициент. Рассчитывайте экономические показатели. Помните, что при выращивании рыбы есть три важнейшие цели: 1) прибыль, 2) прибыль, 3) прибыль. Оптимизируйте производство, основываясь на данных анализа количественных показателей выращивания рыб, а не на эмоциях и поверхностных субъективных предположениях. Делайте это постоянно, не только с первой партией рыбы, но и со всеми последующими. Разрабатывайте бизнес-план на каждый год, а лучше – на каждую партию. И следите за его выполнением, рациональным использованием средств согласно этому бизнес-плану. В планах на каждый следующий год уделяйте внимание развитию, предусматривая выделение средств на статьи расходов для этого. И вы убедитесь, что разведение рыб в УЗВ – один из самых прибыльных видов агробизнеса, имеющий огромные преимущества. Он не только способствует реальному улучшению жизненных стандартов в обществе и обеспечивает население ценнейшим источником питания, – но, что очень важно, – это еще и технология сбережения воды и земли, охраны природы в бассейне Аральского моря.



Для заметок



Редактор: У. Раджабова
Дизайн и верстка: Е. Степанова, М. Бауетдинов

Лицензия AI №263 31.12.2014. Подписано в печать 29.12.2017.
Формат: 70х100 1/16. Гарнитура «Calibri». Печать офсетная.
Усл.п.л. 18,7. Уч.изд.л. 23,4.
Тираж 1500.

Издательство “Baktria press”
г.Ташкент, 100000, Буюк Ипак Йўли мавзеси 15-25.
Тел/факс.: +998 (71) 233-23-84

Отпечатано в Mega Basim

ISBN 978-9943-5091-7-7



ISBN 978-9943-5091-7-7



9 789943 509177