

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

Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура»

Чернявская С. Л.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АКВАКУЛЬТУРЫ

Конспект лекций

для студентов направления подготовки
35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура»
очной и заочной форм обучения

Керчь, 2018 г.

УДК 639.3

Составитель: Чернявская С.Л., канд. техн. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ» _____

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

Конспект лекций рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Водные биоресурсы и
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ», протокол № 6 от 29.05.2018.

Зав. кафедрой _____ Кулиш А.В.

Конспект лекций утвержден и рекомендован к публикации на заседании методической
комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ», протокол № 1 от 03.09.18

Содержание

Введение.....	4
Тема 1. Введение. Предмет, цели, задачи и методы дисциплины.....	6
Тема 2. Объекты выращивания гидробионтов. Условия выращивания гидробионтов.....	9
Тема 3. Садки для выращивания рыб. Типы садков.....	16
Тема 4. Технические средства для выращивания рыб. Типы рыбоводных бассейнов.....	23
Тема 5. Виды, типы, элементы технических средств для выращивания гидробионтов.....	33
Тема 6. Устройства, обеспечивающие процессы выращивания молоди рыб.....	45
Оксигенаторы.....	73
Тема 7. Технические средства рыбоводников для выращивания молоди рыб.....	79
Тема 8. Технические средства для выращивания моллюсков, ракообразных, микроводорослей, водорослей – макрофитов.....	83
Тема 9. Технические средства, обеспечивающие биомелиорацию, биотехнические мероприятия и уменьшение воздействия морского волнения.....	103
Рекомендуемая литература.....	110

Введение

Индустриальное рыбоводство невозможно без технического обеспечения средствами аквакультуры. Средства эти являются очень разнообразными, так как они сопутствуют всему циклу развития рыб от икры до получения товарной рыбы

Целью изучения дисциплины «Технические средства аквакультуры» является подготовка студентов к самостоятельной производственно-технологической деятельности в одной из ключевых областей практической аквакультуры, требующей соответствующих широких профессиональных знаний и практических навыков. По итогам изучения указанной дисциплины студенты получают необходимые теоретические и практические знания о технических средствах, используемых при культивировании различных гидробионтов в водной среде (пресноводные, морские водоемы и береговые хозяйства).

Задачами дисциплины являются: подготовка специалистов, способных грамотно эксплуатировать известные технические сооружения, уметь их модернизировать и улучшать технические характеристики для конкретных гидробионтов и соответствующих типов хозяйств (районов и способов выращивания).

Дисциплина «Технические средства аквакультуры» входит в вариативную часть профессионального цикла образовательной программы по направлению 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура» подготовки магистров.

Для успешного изучения предмета необходимо освоить такие предшествующие базовые дисциплины как: «Рыбохозяйственная гидротехника», «Пастбищная аквакультура», «Искусственное воспроизводство рыб», «Прудовое рыбоводство», «Индустриальное рыбоводство», «Специальная марикультура».

В результате изучения предмета студент должен знать:

ЗНАТЬ:

- особенности распределения объектов выращивания по бассейнам, основные этапы биотехнологий;
- классификацию сооружений для содержания объектов выращивания – садков, прудов, бассейнов;
- механизмы, обеспечивающие содержания маточного стада и молоди гидробионтов;
- установки для водоподготовки (фильтры, аэраторы) и подачи воды.
- состав технических средств рыбопитомников;
- требования к элементам сооружений для выращивания моллюсков и водорослей;

- технические средства, обеспечивающие уменьшение воздействия морского волнения.

УМЕТЬ:

- оценивать преимущества и недостатки различных технических средства для выращивания гидробионтов;

- определять перечень необходимых технических устройств для решения задач рыбоводства;

- анализировать приемы рациональной эксплуатации емкостей для выращивания объектов аквакультуры.

ВЛАДЕТЬ:

- методами эксплуатации известных технических средств аквакультуры;

- параметрами, влияющими на способность к улучшению технических характеристик устройств для выращивания конкретных гидробионтов;

- навыками для подбора необходимых технических средств, соответствующих потребностям различных типов хозяйств.

Тема 1. Введение. Предмет, цели, задачи и методы дисциплины

1.1 Значение аква - и марикультуры в мире, их преимущества и недостатки.

1.2 Виды аква - и марикультуры, лидеры аквакультуры.

1.3 Предмет изучения - виды средств аквакультуры.

1.1 Аквакультура – это разведение и выращивание водных организмов (водорослей, моллюсков, ракообразных, рыб) под контролем человека в пресной или морской воде.

Перед рядом других отраслей сельскохозяйственного производства аквакультура имеет несомненные **преимущества**. Ее эффективность обусловлена рядом факторов:

- рыбам не требуется большого количества корма для роста и развития. Будучи пойкилотермными, животными они расходуют пищу в основном на рост, обновление тканей и метаболизм;

- высокая плодовитость рыб (например, от одной самки карпа получают 1 млн. и более икринок, из которых можно вырастить от 60 до 80 т товарной рыбы);

- низкие затраты топлива и электроэнергии при культивировании рыб, особенно в прудовых и садковых хозяйствах.

Аквакультура имеет как достоинства:

- круглогодичная доступность рыбы для потребителей,

- меньше промысловая нагрузка на моря и океаны,

- относительно невысокая стоимость продукции (гидробионтов),

так и свои недостатки:

- для улучшения вкуса и жирности рыб иногда видоизменяют их генный состав,

- для ускорения роста и веса рыбы используют различные добавки,

- большая плотность посадки гидробионтов может приводить к загрязнению водоемов (мидийные фермы).

1.2 Виды аквакультуры:

Пастбищная аквакультура – это искусственное разведение рыб и других водных организмов в контролируемых условиях, а также внедрение жизнеспособной молоди в моря и пресноводные водоемы

Прудовая аквакультура – аквакультура, основанная на использовании экстенсивных (используют только естественную кормовую базу) и интенсивных методов выращивания одомашненных и высокопродуктивных пород и кроссов рыб.

Индустриальная аквакультура – выращивание ценных видов и пород рыб, приспособленных к обитанию в условиях ограниченного пространства, к высоким плотностям посадок и питанию искусственными комбикормами.

Рекреационная аквакультура – аквакультура, основанная на системе ведения рыбоводства на приусадебных участках и небольших прудах с организацией любительского рыболовства.

Марикультура или морская аквакультура объединяет разведение и выращивание морских рыб, моллюсков, ракообразных, водорослей и других гидробионтов в морях, лиманах и других водоемах с соленой водой.

Марикультура бывает экстенсивной и интенсивной.

Пример **экстенсивной** марикультуры – широко применяемые в России технологии выращивания мидии и морского гребешка, когда на специальные вывешенные коллекторы собирается оседающая из планктона молодь диких гидробионтов и дорастивается до взрослых размеров без искусственных подкормок.

Для этих же целей конструируют подводные ландшафты, например, искусственные рифы, в которых находят убежища подвижные животные, и специальные неровные поверхности для расселения животных-обрастателей.

Также практикуется пересадка гидробионтов в места, более благоприятные для их питания и роста.

Интенсивная марикультура – активное искусственное воздействие на один, несколько или на все этапы жизненного цикла объекта разведения.

Жизнестойкая молодь воспроизводится при таком способе искусственно и затем подращивается до нужных размеров на специальных заводах или участках акватории.

На морские плантации вносятся дополнительные корма и удобрения, выполняется селекционная работа для выведения гидробионтов с заданными качествами.

На практике чаще встречается смешанный тип ведения морского хозяйства.

Лидером мировой аквакультуры на сегодняшний день является Китай.

Аквакультура, как направление, не возникла на ровном месте. Ее развитию способствовали научные исследования во всем мире, так импульсом к развитию аквакультуры стал открытый одновременно в Бразилии в 1934 г. и в СССР проф. Н. Л. Гербильским метод искусственного получения потомства – метод гипофизарных инъекций.

К этому периоду уже были известны следующие открытия:

- Стефана Людвиг Якоби – искусственное осеменение икры форели (данные опубликованы в 1763-1765 гг.);

- Жозефа Реми и Антуана Жеэна – положительные результаты по инкубации икры («мокрый способ») и разведению форели, полученные;

- «сухого» (русского) метода искусственного осеменения икры рыб (Врасский В. П.).

Таким образом, аквакультура - результат эволюционного развития рыбоводства, связанный в свою очередь с развитием в целом в мире естественных и точных наук.

Поэтому **целью** изучения дисциплины – приобретение знаний о существующих технических средств для выращивания гидробионтов, которые позволят разрабатывать и создавать новые способы, методы и приборы, оборудования и другие технические средства для развития аквакультуры.

1.3 Предметом изучения являются технические средства аквакультуры. Индустриальное рыбоводство невозможно без технического обеспечения средствами аквакультуры. Средства эти являются очень разнообразными, так как они сопутствуют всему циклу развития рыб – от икринки до получения товарной рыбы.

К техническим средствам в аквакультуре относится следующее оборудование:

Инкубационные аппараты, инкубационные стойки — используются для инкубации икры.

Кормораздатчики и автокормушки — снабжают рыбу кормом в заданной дозировке (бывают с таймером), обычно применяются для раздачи комбикормов.

Аэраторы и компрессорные станции — устройства, обогащающие воду кислородом с помощью подачи воздуха.

Кислородные конусы (оксигенаторы) — насыщают воду чистым кислородом, который не может выйти в газообразном виде.

Барабанные фильтры — механизмы очистки воды от грязи, мусора, фекалий рыб и остатков корма.

pH метры и хлор-метры — измерители кислотности воды и уровня содержания хлора.

Стерилизаторы — устройства для очистки и дезинфекции воды.

Бассейны, лотки, стойки — емкости для выращивания рыбы, раков, мидий и др.

Виды средств аквакультуры делятся на простые и сложные.

Простые - аппараты для выращивания кормовых организмов, инкубационные аппараты, лотки для подращивания личинки и молоди рыб, аэраторы, приборы для определения параметров воды, автокормушки.

Сложные - гидроузел, биофильтр, водозабор, отстойник, насосная станция.

Кроме этого в производстве задействовано множества других средств таких как автомобили, орудия лова и т.д.

Вопросы для самоконтроля:

1. Определение терминов «аквакультура», «марикультура».
2. Преимущества аквакультуры перед другими отраслями сельскохозяйственного производства.
3. Определение терминов «экстенсивной» и «интенсивной аквакультуры».
4. Причины, обусловившие развитие аквакультуры.
5. Характеристика основных направлений рыбоводства – пастбищной, прудовой, индустриальной и рекреационной аквакультуры.
6. Страны-лидеры мировой аквакультуры.
7. Что относится к техническим средствам аквакультуры?

Рекомендуемая литература: [1-7].

Тема 2. Объекты выращивания гидробионтов. Условия выращивания гидробионтов

2.1 Объекты выращивания:

- *перечень основных видов гидробионтов, выращиваемых в Российской Федерации и в мире, основные биотехнологические циклы (содержание взрослых, получение молоди, получение гидробионтов товарного размера);*
- *распределение объектов выращивания по регионам (Северо-Западный, Южный, Сибирский, др.).*

2.2 Условия выращивания гидробионтов:

- *характеристики пресноводной и морской аквакультур;*
- *классификация водоемов (природного и искусственного происхождения);*
- *установки с замкнутым циклом водообеспечения.*

2.1 В водоемах Российской Федерации обитает 295 видов пресноводных рыб. Объектами искусственного разведения являются представители 63 видов рыб, ракообразных и моллюсков, 27 пород и кроссов, а также 9 одомашненных форм карповых, лососевых, осетровых, сиговых и цихлидовых видов рыб. Наиболее важными из них являются карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*), белый толстолобик (*Hypophthalmichthys*

molitrix), пестрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*), белый амур (*Ctenopharyngodon idellus*), форель и осетр.

Карповые виды рыб в товарной аквакультуре (товарном рыбоводстве) занимают ведущее место, их годовое производство в последние годы составляет около 70%.

Тем не менее, существует тенденция расширения видового разнообразия выращиваемых объектов аквакультуры как за счет одомашнивания таких видов как линь, щука, сом обыкновенный, карась, судак, окунь, так и использования ранее акклиматизированных видов – канальный сом, пиленгас, веслонос.

Распределение основных объектов выращивания по регионам Российской Федерации представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Основные объекты выращивания в Российской Федерации

Название	Видовая классификация	Район обитания
Карп обыкновенный	Карповые	Во всех федеральных округах
Толстолобик белый		Южный и Центральный федеральные округа
Толстолобик пестрый		
Амур белый		
Осетр сибирский	Осетровые	Во всех федеральных округах и подогреваемых водоемах при гидро- и атомных электростанциях
Форель радужная	Лососевые	Во всех федеральных округах
Пелядь		Северо-западный и Сибирский федеральные
Мидия средиземноморская	Моллюски	Южный федеральный округ
Гребешок приморский		Дальневосточный федеральный округ
Трепанг дальневосточный	Вид иглокожих из класса голотурий	
Морская капуста	Водоросли бурые морские	

Распределение основных объектов выращивания в мире представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Основные мировые объекты выращивания

Выращиваемые виды	Район выращивания
Карповые (белый амур, толстолобики), бурые водоросли, двустворчатые моллюски (морские гребешки, мидии), тилипия	Китай
Креветки, пангасиус, карпы (катла, роху)	Индия
Красные, бурые водоросли, устрицы, гребешки, лакедра (ставридовые), морские караси, тунец	Япония
Пангасиус, тилипия	Индонезия
Пангасиус (сомовые),	Вьетнам
Креветки, пангасиус, тилипия	Тайланд
Форель, лосось	США
Форель, лосось	Чили
Лосось	Норвегия

Выбор видов гидробионтов для выращивания в одних странах сосредотачивается на массовые недорогие объекты, в других, напротив, – на деликатесные и дорогостоящие. Это связано как со сложившимися традициями питания населения, так и климатическими условиями, а также требованиями рынка.

Основные этапы биотехнологий (выращивания товарной рыбы) складываются из следующих этапов:

- выращивание товарной рыбы - сложный процесс, складывающийся из двух основных этапов: *получения посадочного материала и непосредственного выращивания*;
- первый этап включает летнее и зимнее содержание стада производителей, подготовку питомной части к эксплуатации, получение потомства, его выдерживание и выращивание до стадии сеголетков, пересадку сеголетков в зимовальные пруды, проведение зимовки и облов зимовалов;
- на втором этапе проводят подготовку нагульных прудов, посадку в них годовиков, выращивание, отлов и реализацию товарной рыбы.

При двухлетнем обороте первый этап длится 10-12 мес, а второй продолжается 6-7 мес. На каждом этапе ведут наблюдения за условиями обитания рыбы, ее кормление.

2.2 К объектам **пресноводной аквакультуры** относится карп, радужная форель, осетр, канальный сом, буффало, тилапия, щука, судак, бестер.

Обеспечение водой в пресноводной аквакультуре осуществляется из различных источников: рек, озер, водохранилищ, каналов, грунтовых вод, родников. Качество воды должно отвечать требованиям, предъявляемым к ней при разведении и выращивании того или иного вида рыбы (O_2 - режим, pH, окисляемость и т.д., пробы воды на анализ рекомендуется отбирать не реже двух раз в год).

К объектам **морской аквакультуры** относятся водоросли, беспозвоночные (устрица, мидия, гребешок, креветка, краб, омар, трепанг, мор еж), рыба (камбала, кефали, морской судак, лососи, тилапия, осетр, сельдь).

Для морской аквакультуры могут быть использованы как прибрежные, так и открытые районы моря, а также искусственные условия на берегу с использованием морской воды.

Водоемы классифицируются по происхождению на природные и искусственные.

Природными водоемами являются естественные озера и пруды.

Искусственные водоемы делятся на три основные группы:

- водохранилища (объем воды более 1 млн m^3);
- пруды (объем воды менее 1 млн m^3);

- бассейны, отличающиеся полной изоляцией от внешней среды и полным регулированием водного режима.

Естественные водоемы нередко используются в качестве площадей для пастбищной аквакультуры.

Основное отличие естественных водных объектов от прудов и установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) заключается в том, что данные площади являются собственностью государства и предоставляются в пользование с целью осуществления аквакультуры. Данные площади называются рыбоводные участки и могут быть представлены русловыми прудами, озерами, участками рек, лиманов и морей.

Естественные водные объекты по сравнению с искусственными имеют следующие преимущества:

- отсутствие потребности в воде (скважины, водозабор и т.д.);
- использование естественной кормовой базы водоема;
- снижение себестоимости конечной продукции за счет отсутствия или незначительности расходов на водоснабжение и электроэнергию;

недостатки:

- список объектов выращивания ограничен соответствующими нормативными документами (законы, приказы, постановления);
- невозможность влиять на физико-химические параметры воды;
- невозможность полного ограничения доступа к рыбоводному участку сторонних людей и техники.

УЗВ отличаются от установок с системой оборотного водоснабжения только долей ежесуточной подпитки. Т.е. УЗВ – это замкнутая система водоснабжения, в которой запасы воды уменьшаются только вследствие испарения. В УЗВ она составляет менее 30% в сутки от всего объема воды, находящейся в системе, в СОВ - более 30%. В современных УЗВ в сутки добавляют не более 3-5% свежей воды.

Основные **преимущества** использования УЗВ в рыбоводстве:

- выращивание различных видов рыбы вне зависимости от природных условий (традиционное рыбоводство полностью зависит от внешних условий, таких как температура воды в реке, чистота воды, уровни кислорода и т.д. В УЗВ эти внешние факторы исключаются либо полностью, либо частично);
- полная управляемость режимами выращивания рыбы: температурным, гидрохимическим (кислородным, рН), кормовым;
- ускоренные темпы роста рыб и повышение эффективности выращивания;

- экономия в расходовании воды (некоторые хозяйства представляют собой сверхинтенсивные рыбоводные системы, расположенные в крытых, изолированных зданиях и использующих всего лишь 200 л свежей воды на 1 кг произведенной рыбы, тогда как другие системы являются традиционными хозяйствами под открытым небом, преобразованными в УЗВ и использующими около 3 м³ свежей воды на 1 кг произведенной рыбы. Традиционная проточная система для выращивания форели обычно использует около 30 м³ на 1 кг.);
- рациональное использование водных, земельных и людских ресурсов;
- упрощение утилизации продуктов жизнедеятельности рыб;
- проведение комплекса мероприятий по лечению и изоляции зараженных особей значительно легче, чем в открытых водоемах;

недостатки — особенности применения УЗВ увеличивают себестоимость выращиваемой рыбы и могут придавать ей необычные вкусовые качества.

Установка с замкнутым циклом водоснабжения включает в себя рыбоводные емкости, устройства для очистки и аэрации воды, кормораздатчики, устройство для подогрева и охлаждения воды, приборы для контроля и управления водной средой (рис. 2.1). Если источник воды не отвечает рыбоводным требованиям, то вводят блок водоподготовки.

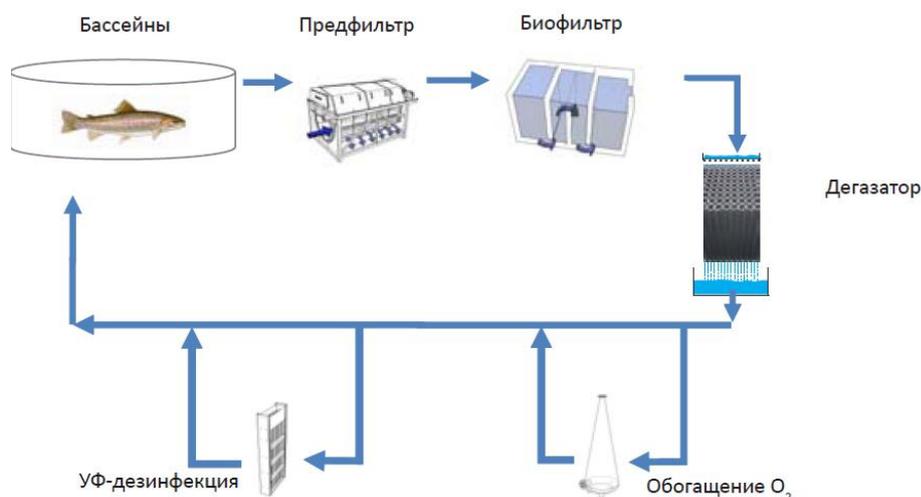


Рисунок 2.1 – Схема основных блоков УЗВ

Правильный выбор конструкции **бассейнов**, то есть размера и формы, глубины воды, способности к самоочищению и т.д., может иметь значительное влияние на эффективность выращивания объектов рыбоводства.

Бассейны различаются по форме, размерам, материалам, из которых они изготовлены.

Контроль уровня кислорода в бассейнах осуществляется с помощью оксиметра.

Для удаления взвешенных веществ из оборотной воды используют осаждение и фильтрацию. **Осаждение** взвешенных веществ происходит в отстойниках. Основной их недостаток — большие объемы и низкий эффект очистки.

Для **фильтрации** воды применяются гравийные, песчано-гравийные и быстрые песчаные фильтры. В настоящее время наиболее распространены барабанные самопромывающиеся фильтры.

На следующем этапе происходит биофильтрация воды, в результате которой происходит преобразование аммиака в нитрат. Существует 3 основных вида оборудования для **биологической очистки**: биологические пруды, аэротенки и биофильтры.

Для постоянной циркуляции воды в УЗВ применяются **насосы**. С их помощью происходит забор свежей воды, которая смешивается с основным объемом жидкости. Перекачивание воды требует затрат электричества, и для сведения эксплуатационных расходов к минимуму важно, чтобы высота подачи воды была малой, а насосы — эффективными и правильно установленными.

Для обеспечения оптимизации температурного режима выращивания рыбы может быть использовано такое дополнительное оборудование как **блок температурной коррекции**.

Для насыщения воды кислородом применяют **аэраторы и оксигенаторы**. В первом случае используется кислород воздуха, во втором — чистый кислород.

Для обеззараживания воды используются **ультрафиолетовые лампы и/или озонатор**.

Наилучший контроль за численностью микроорганизмов в воде достигается, когда эффективная механическая фильтрация комбинируется с тщательной биологической фильтрацией, эффективно удаляющей органику из отработанной воды и позволяющей УФ-излучению работать более эффективно.

Регуляция уровня рН: в процессе нитрификации в биофильтре образуется кислота, и значения рН воды понижаются, поэтому для удержания рН на стабильном уровне к воде необходимо добавлять основание - т.е. щелочь. Для полной автоматизации регулирования уровня рН насос-дозатор может быть подключен к датчику рН. В этой системе желательно использовать гидроксид натрия (NaOH), поскольку он более прост в обращении, что облегчает эксплуатацию системы.

Некоторые системы содержат установки для известкования, добавляющие в систему по каплям известковую воду и, таким образом, стабилизирующие рН. Обращение

со щелочью требует осторожности поскольку она может причинить тяжелые ожоги глаз и кожи.

Перед возвращением воды в рыбоводные бассейны необходимо удалить из нее скопившиеся газы. Этот процесс **дегазации** осуществляется либо путем аэрации воды, либо методом капельной фильтрации, который часто называют зачисткой.

Аварийные системы в УЗВ: использование чистого кислорода в качестве резерва является важнейшей мерой предосторожности. Данную систему просто установить, она состоит из бака для хранения чистого кислорода и системы распределения с распылителями, установленными в каждом бассейне. В случае прекращения электроснабжения открывается электромагнитный клапан и сжатый кислород поступает во все бассейны, сохраняя жизнь рыбам.

В качестве резерва электроснабжения используется генератор. Во многих случаях, если вода не циркулирует, в системе накапливается токсичный аммиак. Эта проблема является второй по важности, которую следует решить после решения проблемы кислородного снабжения с помощью резервной системы снабжения кислородом. Поэтому важно восстановить течение воды приблизительно в течение часа.

Мониторинг, контроль и сигнализация: технические неисправности легко могут привести к значительным потерям, поэтому сигнализация является жизненно важным оборудованием для обеспечения безопасности.

На многих современных хозяйствах существует центральная система контроля, способная обеспечить мониторинг и контроль уровней кислорода, температуры, pH, уровня воды и функционирования моторов. Если любой параметр выходит за пределы заранее заданных значений, процесс пуска/остановки попытается решить проблему. Если проблема не решается автоматически, включается сигнализация.

Вопросы для самоконтроля:

1. Основные виды гидробионтов, выращиваемых в Российской Федерации и в мире.
2. Распределение объектов аквакультуры по округам Российской Федерации.
3. Этапы биотехнологии выращивания товарной рыбы.
4. Объекты пресноводной и морской аквакультуры.
5. Основные технические средства УЗВ, их назначение.

Рекомендуемая литература: [1-7, 9-13].

Тема 3. Садки для выращивания рыб. Типы садков

3.1 Типы садков для выращивания рыб (достоинства, недостатки, особенности конструкции).

3.2 Морские штормоустойчивые садки.

3.1 Основным рыбоводным оборудованием в садковых хозяйствах являются садки. В них осуществляется выращивание товарной рыбы, круглогодичное содержание производителей, зимовка маточного стада и посадочного материала.

История садкового хозяйства начинается с корзины из ивовых прутьев, помещенной в водоем и пригруженной камнями. Это сооружение не потеряло актуальности и в наше время. Наличие более прочных и долговечных материалов (сталей, полимерных покрытий, канатов, веревок и сетного полотна из синтетических материалов) позволило не только увеличить размеры садков, но и вывело их из озер и рек на морские просторы.

При садковом содержании рыбу выращивают не во всем водоеме, а в отдельной, огороженной его части, которая называется садками.

Садками могут являться *различные сооружения*: дель, натянутая на кольца или любой другой каркас, деревянные плавучие решетчатые ящики, сетчатые металлические или пластмассовые емкости и другие.

Садки устанавливают как в *проточном так и в непроточном* водоеме.

Садковое рыбоводство имеет свои **преимущества**:

- садки занимают только часть водоема;
- не требуется изъятия значительных площадей земли из сельскохозяйственного оборота, как в прудовых хозяйствах. Садки располагают в самом водоеме, а на берегу строят только вспомогательные сооружения: склады и др.;
- в отличие от бассейновых хозяйств при выращивании рыбы в садках не требуется создания принудительного водообмена и расхода электроэнергии на перекачивание воды. В садках постоянно происходит пассивный, т. е. не требующий усилий со стороны человека, водообмен, создаваемый самой рыбой при движении в садках, а также за счет волнового перемешивания. В хорошо проницаемых садках из капроновой дели создается такой же физико-химический режим, как и в водоеме, в котором они установлены. Это позволяет расширить по сравнению с прудами количество выращиваемых видов рыб, в том числе и высокоценных, таких как лососевые и осетровые;

- садковые рыбоводные хозяйства на озерах и водохранилищах позволяют использовать часть кормовых ресурсов водоемов. Вокруг садков создается зона с более высокой концентрацией зоопланктона, фитопланктона, бентоса, дикой рыбы, которые привлекаются остатками комбикормов и экскрементов, вымываемыми через отверстия в капроновой дели.

Но наряду с преимуществами выращивание рыбы в садках имеет и свои **отрицательные** стороны. Главная из них - это эвтрофикация - загрязнение водоема органическим веществом. Название "эвтрофикация" происходит от греческого слова "эвтрофия", что в переводе на русский означает хорошее питание. Плотные посадки рыбы и интенсивное кормление приводят к прогрессирующей эвтрофикации водоема. Чтобы этого не происходило, рекомендуется соблюдать следующее правило: площадь садков в водоеме не должна превышать 0,1% от площади всего водоема. Кроме того, рациональное кормление рыбы, использование эффективных рецептур кормов и способов кормления, применение известкования, подсадки добавочных видов рыб, где это возможно, снижают отрицательное влияние садковых хозяйств на водоем. Однако даже если выполняются все вышеперечисленные меры, все равно количество органического вещества в водоеме возрастает. Вот почему не рекомендуется организовывать садковые хозяйства на водоемах, используемых в качестве источников питьевой воды для населения.

Виды садков

Каркасные садки имеют жесткий объемный каркас, обтянутый сетчатым материалом.

Бескаркасные садки изготавливают в виде свободно свисающего мешка или жесткой конструкции из перфорированного пластика либо сетки из нержавеющей стали.

Полукаркасные садки обычно представляют собой сетчатый мешок, внутрь которого для растягивания дна и стенок закладывают прямоугольную раму из дерева или металла, покрытого антикоррозийным составом. Такой внутренний каркас применяют в тех случаях, когда садки подвергаются сильному ветровому или волновому воздействию или находятся в местах с сильным течением.

Все типы садков для выращивания рыбы разделяются на две большие группы: **стационарные и плавающие.**

Ограждение садка (стенки и дно) может быть выполнено из деревянных реек, металлической сетки, капроновой дели. Сверху садок закрывают сетчатой крышкой. Такие садки используют преимущественно в период открытой воды. В зимний период садки закрывают листами фанеры, что исключает замерзание воды внутри садка при плотных посадках рыбы

Стационарные садки применяют в водоемах с постоянным уровнем воды (пруды, озера). В водоеме устанавливают свайную эстакаду с гнездами в центральной части для размещения садков. В гнездах помещают садки. Они имеют жесткий каркас, выполненный из дерева, металла и обтянутый капроновой делью. Для удобства обслуживания вдоль садков сооружаются мостки. Садок может не иметь каркаса. В этом случае он представляет собой дельевый мешок в форме параллелепипеда. Верхние углы мешка закрепляют на эстакаде над поверхностью воды. К нижним углам привязывают груз. Таким образом садок сохраняет прямоугольную форму. Простейший стационарный садок может быть выполнен в виде делевого мешка, растянутого на кольях, забитых в дно реки или пруда. Подход к нему осуществляет по мостику, проложенному с берега. Подобные садки используются, как правило, в период открытой воды (безо льда). Если же эксплуатация продолжается в период ледостава, то верх садка закрывается листом фанеры или подобным образом для предотвращения замерзания воды внутри садка.

К недостаткам использования стационарных садков можно отнести следующие:

1. Материал садков быстро изнашивается вследствие гниения.
2. Высокие затраты труда при монтаже и ремонте (замена свай и др.).
3. Незначительные глубины водоема не обеспечивают оптимального водообмена.
4. Садковые сооружения нельзя перемещать на другое место с наиболее благоприятным гидрологическим режимом.

Плавучие садки наиболее распространены в рыбоводных хозяйствах. Им не страшны колебания уровня воды. Они могут быть установлены практически в любых водоемах (с наличием приливов и отливов).

Плавучие садки по типу конструкции можно разделить на три группы:

- понтонные (имеют связь с берегом, обеспечиваемую дорожками, но при этом наименее мобильные);
- автономные разборные (ПАРС) (легко перемещаются, но обслуживаются только с лодок или водолазами);
- секционные (являются промежуточным вариантом между двумя вышеописанными).

Садки на понтонах

Понтон поддерживает на плаву секцию с садками. Размеры садков могут быть различными, чаще 4 х 3 х 3 м. Размер ячеек от 5 до 20 мм в зависимости от массы выращиваемой рыбы. Расстояние между садками около 1 м. Понтонные садки обычно устанавливают в водоемах площадью от 50 до 1000 га в местах, где глубина не менее 4-5 м. Расстояние от берега - от 5 до 20 м. Желательно, чтобы в месте установки садковых

линий была небольшая проточность. Оптимальным считается скорость потока воды 0,5-1,0 м/с.

Начиная с 70-х годов на водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций началось создание рыбоводных хозяйств с использованием садковых линий. Линии изготавливались на базе *металлических труб* большого диаметра с толщиной стенки 5- 8 мм.

На герметические стальные трубы, соединенных между собой металлическими конструкциями, укладывают деревянные или металлические настилы - дорожки, с которых обслуживают садки, которые могут быть изготовлены из дели, пластмассовых и металлических сеток. Понтонные садки плохо приспособлены для замерзающих водоемов так как вмерзание в лед понтонов или сетчатых садков может привести к их деформации и разрушению. Поэтому понтонные садки чаще всего устанавливают на теплых водах: сбросных каналах и водоемах-охладителях АЭС, ГРЭС и др.

Использование садковых линий на базе металлических труб показало высокую эффективность садкового выращивания рыбы, однако так же обозначило ряд серьезных недостатков:

- использование ограничивалось только незамерзаемыми водоемами;
- громоздкость в транспортировке и монтаже;
- интенсивная коррозия и обрастание подводной части каркасов садков;
- высокая стоимость изготовления и монтажа.

В настоящее время большое развитие получили садки, в которых основу плавучей части каркасов составляют пластиковые носители различных форм и конфигураций (понтонны, бочки, трубы).

Выбор каркаса для садковой линии в большей степени зависит от климатических условий региона выращивания, характеристик водоема, финансовых возможностей.

Например, садки и мостики собираются из цельнолитых плавучих *понтоннов ПР 500*, которые изготавливаются методом формования из линейного полиэтилена высокого давления. Собранные из понтонов изделия образуют замкнутую плавучую платформу с внутренним ограждением, к которому крепится сеть с требуемым размером ячеи. Здесь понтонны выполняют роль мостиков.

Также существуют садки, у которых основным элементом каркаса является *бочка* (на 220 л). Бочки изготавливаются из линейного полиэтилена высокого давления методом выдувного термоформования. Такой полиэтилен имеет хорошую износостойкость при нормальной температуре, но достаточно хрупкий при отрицательной. Для предотвращения образования трещин бочка заполняется легкой пеной, что предотвращает

затопления и дает время на ремонт. Каркас изготавливается из доски. Исходя из конструктивных особенностей, использование каркасов возможно исключительно в закрытых водоемах с малым течением и полным отсутствием волн.

Использование таких садков имеет свои достоинства и недостатки:

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> • относительно невысокая стоимость каркаса • простой монтаж • легкость конструкции • простое обслуживание 	<ul style="list-style-type: none"> • малый срок службы (2-4 сезона) • множество эксплуатационных ограничений • каркас требует большого контроля за целостностью и постоянного мелкого ремонта • высокая надводная часть (1,2 м), что увеличивает глубину сетной части садка, а следовательно его стоимость • застаивание воды (снега) и грязи на поверхности каркаса

Каркасы на полиэтиленовых незамкнутых трубах

Использование полиэтиленовых труб считается более технологичным, чем использование бочек. Трубы изготавливаются из сшитого полиэтилена низкого давления методом непрерывной экструзии. Полиэтиленовые трубы имеют ряд преимуществ, такие как: гибкость, устойчивость к экстремальным температурам (от минус 60°C до 100 °C), устойчивость к растрескиванию, механическая износостойкость, светостабилизированность. Для каркасов используются трубы марки PE80 либо PE100 диаметром от 225 мм до 315 мм с толщиной стенки от 7 мм до 10,5 мм.

Базовым элементом такого каркаса является секция, которая представляет собой сварную металлическую раму с проволочным решетчатым настилом. К раме присоединяются две полиэтиленовые трубы, запаянные с двух сторон. Секции, как правило, имеют единые геометрические размеры, что упрощает сборку каркаса. Размеры и геометрическая форма каркаса может быть любой, но длина стороны не должна превышать 10 м. Для предотвращения коррозии, металлическую часть каркаса цинкуют либо покрывают порошковой краской.

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> • долговечная и прочная конструкция (более 10 лет) • простой монтаж не требующий дополнительного оборудования • при повреждении конструкции достаточно заменить отдельные секции • простой перенос хозяйства на другое место • легкое присоединение новых каркасов к существующей линии • на поверхности не задерживается вода, грязь и снег 	<ul style="list-style-type: none"> • даже при применении антикоррозийных средств металл со временем ржавеет • каркас неприменим в водоемах с волнами и сильным течением • большой вес каркаса • занимает много места при перевозке

Каркасы с замкнутыми трубами представляют собой конструкцию, состоящую из двух полиэтиленовых труб с замкнутым контуром и специальными стойками, распределенными по периметру. В связи с отсутствием каких-либо жестких металлических конструкций, каркас получается очень гибким и может применяться как в морских условиях, так и в водоемах с повышенным течением и волнами. Форма и размер каркаса может быть любой, но на практике круглые каркасы составляют в среднем 14-16 м в диаметре, а прямоугольные со стороной 5-10 м. В качестве настила используются стеклопластиковые решетки.

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> • долговечная и прочная конструкция (более 10 лет) • возможность применять в водоемах с волнами и быстрым течением • коррозионностойкость • легкое присоединение новых каркасов к существующей линии • легкая конструкция 	<ul style="list-style-type: none"> • для монтажа требуется специализированное оборудование • процесс ремонта достаточно сложный • неразборная конструкция

В отдельных случаях понтонное сооружение используют как плот для размещения подводных садков. В Польше подводные садки для выращивания сиговых рыб оборудуют электрическим светом.

Плавающие автономные разборные садки (ПАРС) состоят из облегченного каркаса, выполненного из дерева, пластмассы или металла и капроновой дели. Обслуживают их с лодок.

Размер садков 6 х 6 х 3 м. Устанавливают их в водоеме по отдельности на расстоянии 10-20 м друг от друга и 50-70 м от берега. Летом используют садки летнего типа, зимой - зимнего, погружаемые под лед. Зимние садки предназначены для зимовки посадочного материала, а также производителей и ремонта. В отличие от летних, зимние садки плотно закрывают сверху, так как весь садок помещают под воду на глубину, исключая его соприкосновение со льдом. При зимовке закрытопузырных рыб, у которых зимой отсутствует потребность в атмосферном воздухе, используют зимние садки без вентиляционных устройств (это стерлядь, бестер, сибирский осетр, чудской сиг, пелядь, карп и другие). Такие виды как русский осетр, радужная форель и другие испытывают зимой потребность в атмосферном воздухе. Поэтому в зимних садках для них делают специальные вентиляционные устройства – фонари – бывают квадратного или круглого сечения. Их делают из дерева, пластмассы. Фонари вмораживают в лед, и они выступают над поверхностью водоема. Сверху их закрывают крышкой. При постоянном

движении рыбы в садке вода в фонарях обычно не замерзает и при необходимости рыбы могут заглатывать воздух.

Секционные садки представляют собой переходную модель между понтонными и плавающими автономными разборными садками. Зарыбление и облов секционных садков проводят с берега или на причале. Кормят рыбу с лодок.

Садковые линии секционных садков представляют собой ряд из шести садков с каждой стороны соединенных металлическим каркасом, обтянутых делью, между секциями проходит мостик для обслуживания. Плаучесть обеспечивается герметичными дюралюминиевыми трубами диаметром 300-1000 мм.

По целевому назначению рыбоводные садки, так же как и пруды, разделяются на **нагульные, выростные, мальковые, личиночные, нерестовые и зимние**. Они различаются по размерам каркаса и ячеи дели.

Для выращивания карпа и растительноядных рыб глубина садка выбирается равной 2 - 3 м, для форели - 5 - 6 м. Расстояние между дном садка и водоема не должно составлять менее 1,0 - 1,5 м.

Сетное полотно садков, где выращивают рыб, берущих корм в толще воды (радужная форель, сиви, карп, бестер и др), со всех сторон делают одинаковым.

Для рыб, поедающих корм со дна, нагульные садки изготавливаются из комбинированного капронового материала: стенки — из дели с ячеей 3,6—5,5 мм, дно из сита №7—10. Дно садка делают с небольшим уклоном к центру, где имеется вставка («окно») размером 2 × 2 м из капроновой дели 3,6—6,5 мм.

Для рыб, которым необходим воздух для наполнения плавательного пузыря, используют **полупогруженные садки** - на поверхности воды находится лишь небольшого размера рама (размером 1,5 × 1,5 м). Сверху садок закрывают крышкой из капроновой дели. Форма полупогруженного садка достигается за счет крепления сторон садка к находящейся под водой раме из перфорированной полиэтиленовой трубы диаметром 50—60 мм. К этому же типу садков относятся и зимние садки с вентиляционными устройствами, в которых также можно производить выращивание рыбы и которые устойчивы к волне.

3.2 Морские штормоустойчивые садки

Традиционные садки не могут противостоять воздействию штормовых волн и ледовым полям, поэтому есть риск повреждения плавучих структур.

В природе от воздействия морских волн (укачивания) и чрезмерного прогрева верхних слоев воды в летний сезон рыбы уходят на глубину.

Решением таких технических и биологических проблем аквакультуры на открытых акваториях является подводная технология садкового рыбоводства.

На Каспийском море погружные садки использовались уже в 80х у берегов Туркмении с базированием у нефтяных платформ для выращивания форели и белуги. На Черном море погружные садки также использовали у нефтяных платформ (МСП) в 1988-1990 гг. на удалении 88 км от берега и садки выдержали штормовые волны высотой 12 м.

Промышленное внедрение разработанной в ГосНИОРХ биотехники было осуществлено ЗАО «Садко-Шельф Лтд.», где была создана целая серия промышленных образцов погружных садков системы SADCO, в том числе и автономных, с подводными кормораздатчиками и дистанционным управлением. Садки типа "Садко" устанавливаются на глубинах не менее 25 м, при допустимой высоте волны на плаву – 2 м, в подводном положении 15 м, при ветре 16 - 32 м/с, течения 0,3 - 1,2 м/с. Автономность по корму от 4 до 28 сут.

Вопросы для самоконтроля:

1. Преимущества садкового выращивания рыбы.
2. Виды садков по строению каркаса.
3. Преимущества и недостатки стационарных и плавающих садков.
4. Виды плавающих садков, конструкция, материалы для их изготовления.
5. Принцип работы морских штормоустойчивых садков.

Рекомендуемая литература: [1-7, 9, 10, 12, 13].

Тема 4. Технические средства для выращивания рыб. Типы рыбоводных бассейнов

4.1 Материалы, из которых изготавливают рыбоводные бассейны, требования, предъявляемые к бассейнам.

4.2 Характеристики бассейнов различных форм (прямоугольные, круглые, вертикальные).

4.3 Типы устройств водовыпусков бассейнов.

4.4 Виды конструкций бассейнов.

4.1 Современные бассейны изготавливают из пищевого алюминия, нержавеющей стали, стеклопластиков, полиэтилена и винила, акрила, армированного стекловолокном полиэстера и все реже из бетона.

В зоне с повышенным содержанием морской соли в воздухе стальные емкости, трубы, запорная арматура, электронасосы для пресной воды непригодны.

Требования, предъявляемые к бассейнам, следующие: их внутренняя поверхность должна быть гладкой, чтобы при соприкосновении с ней рыба не травмировалась, бассейны должны быть самоочищающимися, не выделять токсических веществ в воду, быть прочными, удобными для транспортирования, доступными для очистки и стерилизации, коррозиестойкими, поверхность их не должна способствовать внедрению болезнетворных организмов в стенки бассейна.

Бассейны могут находиться как на открытой площадке, так и в закрытом помещении, но в закрытых помещениях легче создавать необходимые условия для рыб.

Различают следующие типы бассейнов: круглые, прямоугольные и вертикальные (силосы), достигающие высоты 3 м.

При бассейновом выращивании рыбы применяют высокую плотность посадки (100-150 кг/м³ и более) и интенсивное кормление. При любой форме бассейна его конструкция должна обеспечивать удаление остатков корма и метаболитов рыб, чтобы не происходило загрязнение воды и не создавались благоприятные условия для размножения болезнетворных бактерий и паразитов.

4.1 Прямоугольные бассейны

Особенности конструкции прямоугольного бассейна способствуют образованию «мертвых» углов, где застаивается вода, обедненная кислородом - нахождение рыбы в этих зонах приводит к стрессу и гибели. Во избежание этого явления необходимо внимательно относиться к конструкции впуска и вытока в бассейне, расходу воды и другим параметрам. При недостаточной скорости потока в прямоугольных проточных бассейнах продукты жизнедеятельности и остатки корма скапливаются на дне бассейна.

Для того, чтобы происходила самоочистка, необходимо чтобы дно бассейна было гладким, а скорость течения воды достаточной (более 0,8 м/с). Самоочистке способствует высокая плотность посадки рыбы, так как вихревые течения, возникающие при активном перемещении рыбы, препятствуют оседанию осадка. Это относится к достаточно крупной рыбе. При выращивании личинок и мальков процесс самоочищения ослабевает.

Способность к самоочищению прямоугольного бассейна со скошенным дном и лотком для смыва грязи (рис. 4.1) значительно выше, чем у бассейна с плоским дном. В

этом бассейне осадок, скатываясь по наклонным стенкам, оседает в лотке и удаляется из бассейна током воды.

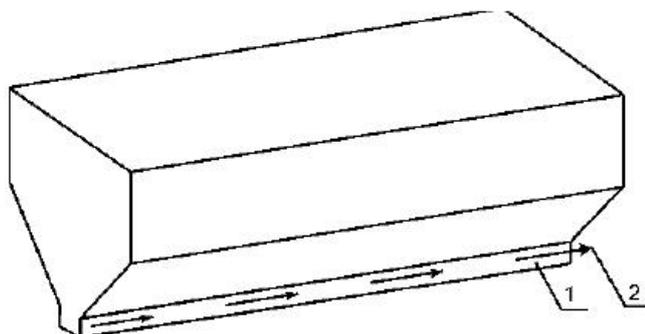


Рисунок 4.1 – Схематическое изображение прямоугольного бассейна со скошенным дном:
1 – лоток для сбора осадка; 2 – выпуск осадка.

Круглые бассейны

Хорошей способностью к самоочищению обладают круглые бассейны с плоским и слегка наклонным дном ($10-15^\circ$ к горизонту). Водоподача в круглые бассейны осуществляется по касательной к окружности, а выпуск воды располагается в центре бассейна. Перемещение воды по круглому бассейну идет по сжимающейся спирали от бортов к центру, способствуя перемещению частиц осадка к водовыпуску. Чтобы мальки не попали в сток, на нем устанавливают решетки.

Схематическое изображение круглого бассейна представлена на рис. 4.2. Работает бассейн в автоматическом режиме, за исключением удаления твердых частиц, осевших на дно бассейна. Вода поступает в бассейн сверху или в отверстия в его стенке, проходит через донную решетку, поднимается по трубе большого диаметра и переливается в трубу меньшего диаметра. При этом уровень воды в бассейне постоянный. Для удаления донных отложений поднимают на некоторое время трубу меньшего диаметра, и вода из бассейна с большой скоростью уходит сквозь образовавшееся окно. При этом она смывает донные отложения. Затем труба меньшего диаметра опускается и перекрывает окно, и вода вновь переливается через верх трубы меньшего диаметра.

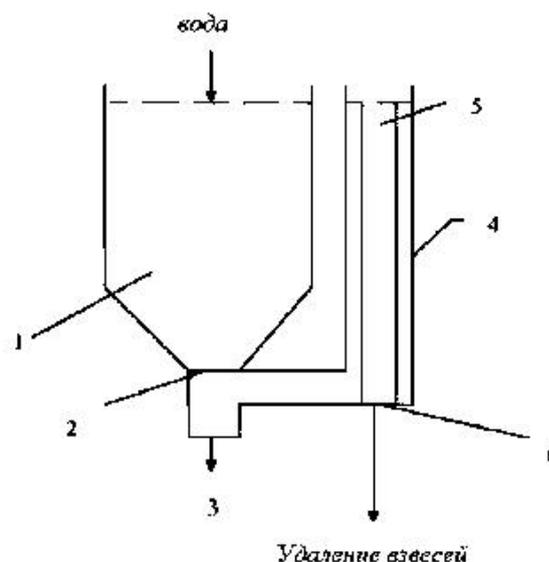


Рисунок 4.2 – Схематическое изображение круглого бассейна

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

При хорошей самоочищаемости круглые бассейны, по сравнению с прямоугольными, требуют для размещения больше площади. В качестве компромисса между двумя этими формами выступают квадратные бассейны с закругленными углами и скошенным дном (рис. 4.3).

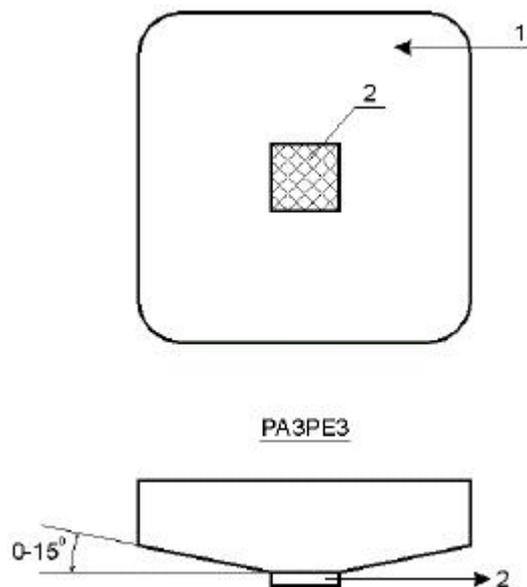


Рисунок 4.3 – Схематическое изображение квадратного бассейна с закругленными углами и скошенным дном

Вертикальные бассейны (силосы)

Силосы применяются для тех видов рыб, которые способны занимать весь объем воды бассейна по высоте, и кормление которых не связано с дном бассейна (рис. 4.4). Угол наклона стенок конусного дна составляет около 90° . Такие бассейны хорошо самоочищаются, компактны в размещении, хорошо сохраняют кислород при избыточном насыщении воды техническим кислородом.

Силосы представляют собой рыбоводные бассейны, диаметр которых меньше их высоты, т. е. это емкости, в которых объем воды увеличен за счет столба (слоя) воды, что обеспечивает выращивание повышенного количества рыбы на единице площади. Эксплуатируются силосы различных типов, форм, размеров. Наиболее эффективными считаются силосы из мягкой, прочной ткани – поливинилхлоридной пленки, армированной полиамидным или полиэфирным волокном. Силосы из мягкой ткани монтируют в специальных каркасах. Они эксплуатируются до 10 лет. Силосы большого размера изготавливают из твердого пластика или металла. Диаметр их обычно не должен превышать 3–4 м, а высота – 3 м, так как молодь форели обычно держится на глубине 2,5 м.

Применяются силосы объемом 1,1–1,8 м³ (для молоди) и 10–20 м³ (нагульные).

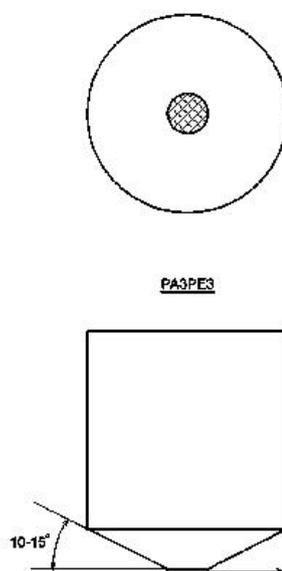


Рисунок 4.4 – Схематическое изображение вертикального бассейна

4.3 Водовыпуски бассейнов и регулирование уровня

Водовыпуск бассейна – одно из самых ответственных устройств. Обычно место водовыпуска защищается нержавеющей сеткой (чем меньше рыба, тем меньше размер ячеей сетки).

Если в небольших по объему и мелких бассейнах сетка водовыпуска доступна для ручной чистки, то в более глубоких и объемных бассейнах прибегают к механическим средствам очистки или очистке струей воды под давлением.

На рис. 4.5 представлены четыре типа устройств водовыпуска. Для небольших круглых бассейнов и квадратных бассейнов с закругленными углами выпуск воды и регулирование ее уровня осуществляется с помощью шандорного перелива (рис. 4.5 а).

Уровень регулируется либо с помощью скользящей трубки в шандорном переливе, либо наклоном переливной трубки, проворачивающейся в гибком манжете. При выращивании в таких бассейнах личинок сетку водовыпуска иногда закрывают «фонарем» из «газовой» ткани на жестком каркасе. Ткань периодически (не реже одного раза в сутки) очищают от накопившегося осадка. Уровень воды в таких бассейнах постепенно поднимается с ростом личинок.

Один из вариантов выпуска воды (рис. 4.5 б) осуществляется за счет уровневой трубки в центре бассейна. В этом варианте неизбежно скопление осадка в центре под трубкой.

Применение переливного устройства по схеме на рис. 4.5 в позволяет избежать накапливания осадка, но заставляет мириться с присутствием в бассейне трубопровода слива. Строительные затраты на такой тип водослива меньше.

Слив воды и регулирование уровня возможны и за счет перелива в верхней части бассейна (рис. 4.5 г). В этом случае сетка доступна для ручной чистки, а площадь сетки может быть увеличена за счет ее устройства в виде лотка по периметру бассейна. Осевший в конусном дне осадок периодически сливают через дополнительную сетку.

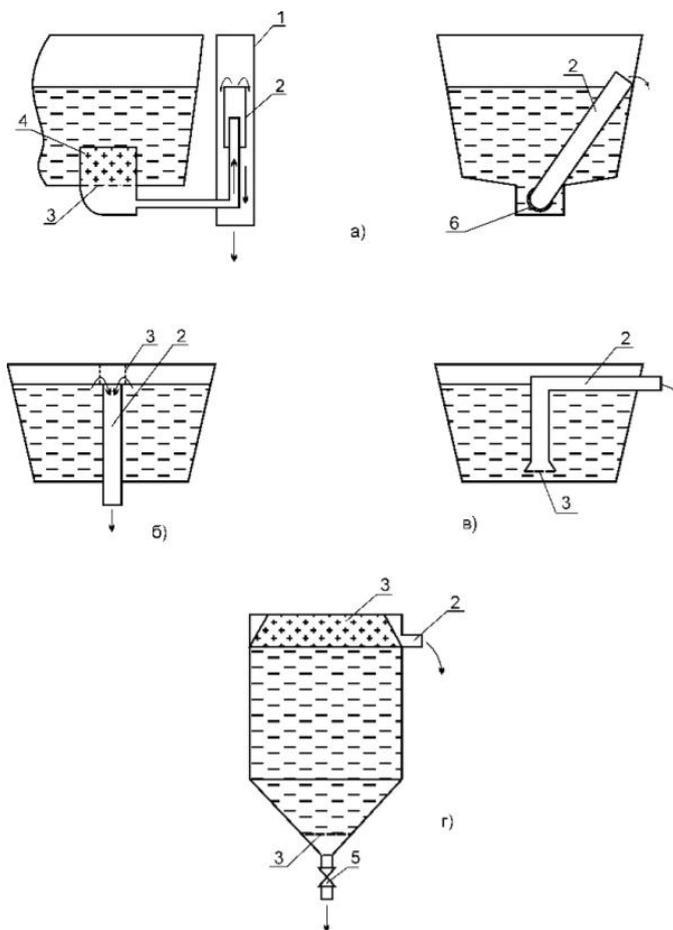


Рисунок 4.5 – Схемы устройств выпуска воды из бассейнов: а) выпуск с регулированием уровня; б) с переливной трубой в центре бассейна; в) с трубопроводом внутри бассейна; г) с вертикальным выпуском

1 - шандорный перелив; 2 - уровневая труба; 3 - защитная сетка; 4 - «фонарь» из ткани; 5 - вентиль выпуска осадка; 6 - манжетка

Установка бассейнов

В зависимости от конструкции и материала бассейнов выбирается и способ их установки. Опорой монолитных бетонных бассейнов служит грунт, на который они опираются днищем, а иногда и стенками. Достаточно крупные бетонные и металлические бассейны проектируются и строятся с установкой на опорах, имеющих фундаменты.

Небольшие пластиковые и металлические бассейны, предназначенные для инкубационно-личиночных цехов, устанавливаются на полу без специального фундамента, на собственные опоры или на специально изготовленные подставки. Небольшие стеклопластиковые бассейны могут быть прикопаны в сыпучий грунт, что сокращает затраты на несущие конструкции.

4.4 Конструкции бассейнов

Бассейн с круговым током воды конструкции ВНИРО

Бассейн этой конструкции получил наибольшее распространение. Он представляет собой два бетонных цилиндра высотой 30 см (рис. 4.6). Внутренний цилиндр диаметром 2,5—3 м в отличие от сплошного внешнего цилиндра имеет шесть окон размером 24×34 см. В них вставляют рамки с натянутой латунной сеткой, имеющей ячею 0,5 мм. Назначение рамок — сохранение в бассейнах выращиваемой молоди и корма. Дно гладкое, имеет уклон к центру. Для того чтобы устранить шероховатость, в нем при постройке производят железнение.

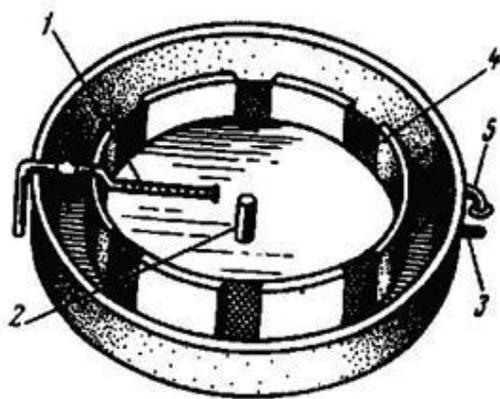


Рисунок 4.6 – Бассейн с круговым током воды конструкции ВНИРО

1 – «флейта», 2 – центральный сток, 3 – периферийный сток, 4 – сетка,
5 – аварийный сток

Вода подается в бассейн с помощью горизонтальной трубы (флейты) длиной 1120 мм и диаметром 38 мм, в которой просверлено 11 отверстий. Один конец трубы соединен с водоподводящей сетью, другой полностью закрыт. Труба может вращаться как вокруг своей оси, так и в горизонтальной плоскости, что позволяет подавать струи воды под разными углами для создания различных скоростей течения воды, требуемых для молоди осетровых на разных этапах ее жизни.

Высота слоя воды обычно составляет в центре 20-25 см, а у края – 15-20 см.

В бассейне имеется два стока: центральный, действующий в период очистки, и периферийный, функционирующий постоянно. Центральный сток включает в себя трубу диаметром 100 мм, снабженную 10-15 мм отверстиями, два сетчатых съемных цилиндра, отводящую трубу диаметром 38 мм и длиной 2347 мм, сливную трубу диаметром 38 мм, длиной 53 мм и муфтовый кран. При его включении струи воды, идущие по спирали от периферии к центру, концентрируют остатки корма, трупы, частицы ила и способствуют

выносу из бассейна. При этом сетчатые цилиндры не позволяют выйти личинкам из бассейна в период действия центрального стока.

Периферийный сток имеет уровенную трубу диаметром 38 мм и длиной 150 мм, патрубков длиной 100 мм, угольник и два деревянных съемных щитка, вставленных в пазы бетонных стенок. Угольник, обеспечивающий аварийный сток, заделан в наружную стенку. Между двумя стенками создана кольцевая канавка. В нее через сетчатые окна поступает вода из бассейна. Затем ее с помощью сливной трубы сбрасывают.

Каждый бассейн имеет самостоятельную подачу и сброс воды. Во избежание перегрева воды над бассейнами строят навесы. Их каркасы изготовляют из сборных железобетонных конструкций.

При установке бассейнов ВНИРО не в грунте, а на бетонных опорах высотой 50 см намного облегчаются их обслуживание и ремонт.

Плотность посадки эмбрионов, при подращивании их до достижения массы 80-150 мг, в бассейнах диаметром 2,5 м составляет 30 тыс. экз, с диаметром 3 м - 40 тыс. экз.

Бассейн конструкции Бакгидрорыбпроекта

Бассейн круглый диаметром 2,5 м, одностенный, с центральным стоком (рис. 4.7). Кольцевой канавки и периферийного стока нет. Дно имеет уклон к центру. В центральной части бассейна монтируется сетчатый цилиндр, через который осуществляется сброс воды.

При чистке бассейна цилиндр можно снимать и взамен него вставлять аналогичное устройство меньшего диаметра. Сброс воды регулируется при помощи уровенной трубки, установленной на трубе центрального стока над сбросным лотком. Трубка аварийного сброса вмонтирована в стену бассейна.

Выход личинок, содержащихся в бассейнах в течение 15 сут, за период подращивания колеблется от 70 до 80%, а масса при выпуске из бассейнов составляет (в мг): у белуги — 100—150, осетра — 80—150, севрюги — 60—100, шипа — 150.

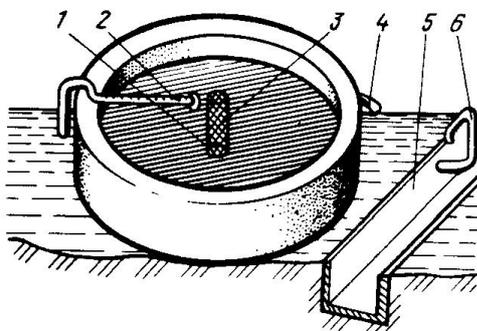


Рисунок 4.7 – Бассейн конструкции Бакгидрорыбпроекта

1 – центральный сток, 2 – «флейта», 3 – сетчатый барабан, 4 – аварийный сток,

5 – водосбросный желоб, 6 – регулятор водосброса

Бассейн конструкции Улановского П. А.

Этот бассейн тоже одностенный, но имеет не только центральный, но и периферийный сток, расположенный непосредственно в стенке этого сооружения (рис. 4.8). Сброс воды в рабочее время осуществляется через периферийный сток, а в период очистки — через центральный сток. Четыре периферийных сброса, соединенные с центральным стоком, расположены в нишах стенок бассейнов. Ниши с внутренней стороны бассейна затянуты планктонной сеткой, вставленной в рамку. Под дном бассейна укладывают четыре трубы. В бассейне Улановского П. А. обеспечивается более равномерный выток воды.

В бассейн этой конструкции диаметром 2,5 м сажают однодневных личинок (в тыс. шт.): белуги — 25, осетра или шипа — 30 и севрюги — 35.

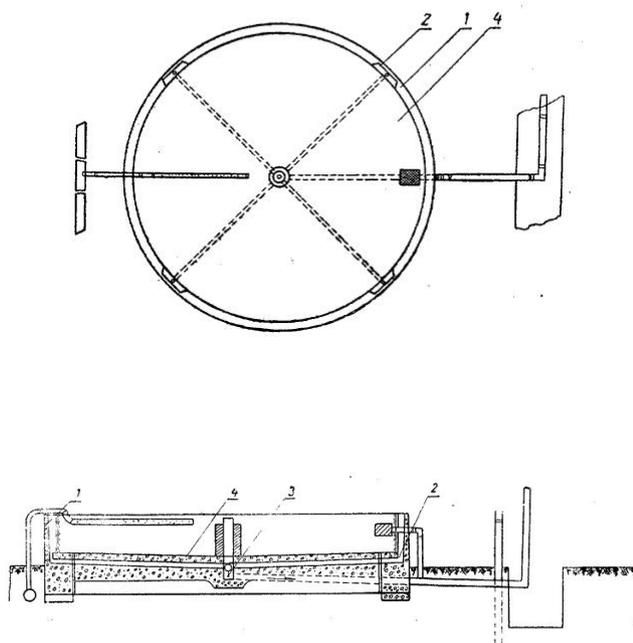


Рисунок 4.8 – Бассейн конструкции Улановского П. А.

1 – стенка, 2 – отверстия для стока воды, 3 – центральная сточная труба, 4 – дно бассейна

Бассейн конструкции Аралрыбвода

Бассейн устраивают в грунте без дополнительного крепления откосов и дна. Мелководная зона в бассейне занимает 39% общей площади зеркала воды. Бассейн окружают бермой шириной 0,5—0,6 м (пространство между верхним краем и нижним краем откоса выемки) (рис. 4.9). Заполнение воды осуществляется через открытый шлюз. Для создания кругового течения в бассейне устанавливают подающий лоток с уклоном от 0,03 до 0,08.

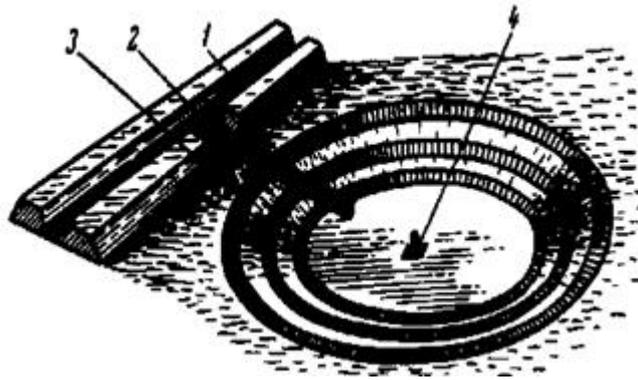


Рисунок 4.9 – Бассейн конструкции Аралрыбвода

1 – водоподающий канал, 2 – водоподающий лоток, 3 – бак для дафний,
4 – центральный сток

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите существующие типы бассейнов, их достоинства и недостатки.
2. Опишите устройства водовыпуска бассейнов.
3. Опишите строение бассейнов конструкции ВНИРО, Бакгидрорыбпроекта, П.А. Улановского, Аралрыбвода.

Рекомендуемая литература: [1-7, 9, 10, 12, 13].

Тема 5. Виды, типы, элементы технических средств для выращивания гидробионтов

5.1 Технические средства для содержания маточного стада гидробионтов – насосы.

5.2 Участки для изготовления кормов.

Практическая работа требует знания и умения обращаться с техническими средствами, используемыми для выращивания гидробионтов. Технические средства аквакультуры – это огромный пласт современных знаний о материалах и методах их обработки, методах и инструментах монтажа, технических средствах для очистки воды, ее транспортировки, насыщении газами, дегазации и т.д.

5.1 Насосы

Насос – это гидравлическое устройство, которое используется для всасывания воды, ее напорного перемещения или нагнетания. Как правило, любое перемещение жидкости

подобными агрегатами происходит за счет передачи ей потенциальной или кинетической энергии. В зависимости от технических параметров и назначения существуют различные виды насосов. Общая классификация насосов представлена на рис. 5.1.



Рисунок 5.1 – Общая классификация насосов

В динамических насосах жидкость перемещается при воздействии сил на незамкнутый объем жидкости, который непрерывно сообщается со входом в насос и выходом из него.

Принцип действия объемных насосов заключается в использовании полостей, способных изменять свой объем. Конструктивно это могут быть самые разнообразные устройства, но их объединяет то, что с увеличением объема происходит заполнение полости, а при уменьшении объема – выталкивание жидкости. Это изменение объема происходит принудительно как результат действия механизма.

В лопастных насосах энергия сообщается жидкости при обтекании лопастей рабочего колеса (колес) насоса.

В насосах трения жидкость перемещается под воздействием сил трения.

В объемных насосах с возвратно–поступательным движением рабочего органа жидкость получает энергию при возвратно–поступательном движении рабочего органа (поршня). В роторных насосах энергия сообщается жидкости при вращательном движении рабочего органа.

Насосы по принципу действия и конструктивному исполнению насчитывают около 130 видов. Чтобы правильно сделать выбор, необходимо учитывать назначение прибора и условия его эксплуатации.

В зависимости от чистоты перекачиваемой жидкости насосы делятся на следующие виды:

- для чистой воды с содержанием твердых примесей, не превышающим 150 г/м³. Сюда относятся скважинные, колодезные и все модификации поверхностных насосов;
- для воды средней степени загрязнения, в которой содержание примесей не превышает 200 г/м³. К этой категории относятся дренажные насосы, самовсасывающие и циркуляционные агрегаты, некоторые виды насосных станций и фонтанные насосы;
- для сильно загрязненной воды с концентрацией твердых примесей больше 200 г/м³. В эту категорию входят некоторые типы дренажных насосов, а также поверхностные канализационные устройства.

По месту расположения относительно водного зеркала все насосные агрегаты делятся на следующие насосы поверхностного и погружного типа.

Поверхностные насосы устанавливаются на некотором расстоянии от источника и сообщаются с ним посредством трубопровода или шланга. Мощность агрегата зависит от расстояния, на котором оно находится от источника. Чем оно больше, тем выше должна быть мощность.

Они не отличаются большой высотой всасывания, которая составляет не более 10 метров, поэтому поднимать глубинную воду затруднительно. Правда, проблема может быть решена с помощью дополнительного устройства, специального внешнего эжектора, который «подталкивает» воду снизу (поднятие воды осуществляется за счет нагнетания вакуума в эжекторе). Однако, чем глубже вода, тем ниже производительность системы и выше потребляемая мощность. 25-метровая глубина воды уравнивает цены поверхностного и глубинного насосов.

По способу транспортировки воды и устройству такие приборы делятся на следующие типы:

1) Вихревые – это агрегаты с особой формой лопастей рабочего колеса, способствующей характерному вращению воды в пространстве между лопастями. Благодаря концентрации завихрений в один канал удается добиться мощного вращательного движения потока. В итоге напор такого агрегата в 5 раз выше, чем у центробежного насоса. Однако они могут работать только с чистой водной средой, агрессивные среды недопустимы.

2) Центробежные насосы имеют лопасти, которые разбрасывают воду по стенкам рабочей камеры. Это более массивные агрегаты с бесшумной работой. Их изготавливают из нержавеющей стали, технополимерных материалов, чугуна и латуни. Для защиты от песка и ила в агрегат может быть вмонтирован фильтр грубой очистки (бывают такие

насосы нефтяные, химические, морские, песковые, др). При подпитке небольших рыбоводных установок из открытых источников (колодцы, пруды и т.п.) широко применяются бытовые центробежные насосы.

Основной частью центробежного насоса (рис. 5.2) является рабочее колесо 1, имеющее изогнутые лопатки. Колесо соединено с валом 2 и заключено в кожух 3 (спиральную камеру – «улитку»). При быстром вращении рабочего колеса 1, приводимого во вращение от двигателя, развивается центробежная сила. Под ее влиянием жидкость между лопатками колеса прогоняется к его периферии и, выходя из колеса, поступает в спиральную камеру насоса, а из нее в нагнетательный трубопровод 4. Освобождающееся от выброшенной жидкости центральное пространство насосной камеры заполняется жидкостью, поступающей по всасывающей трубе 6 под действием внешнего давления p_0 .

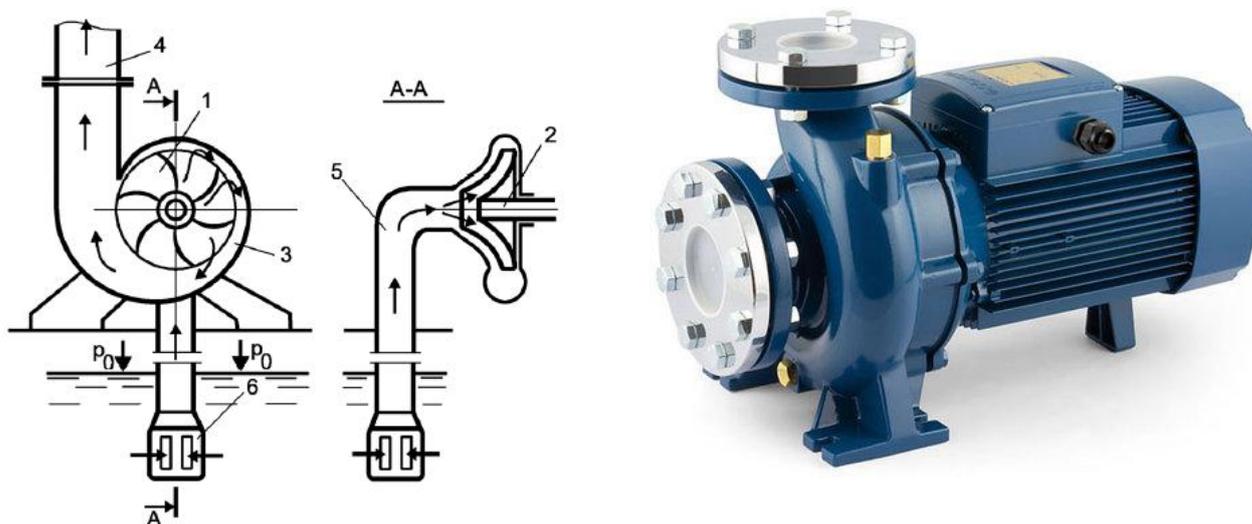


Рисунок 5.2 – Центробежный насос

До начала своей работы центробежные насосы требуют предварительной заливки, без чего они не могут производить всасывание жидкости. Для того, чтобы жидкость при заливке насоса не вытекала из него в исходный резервуар, на погруженном конце всасывающей трубы устанавливается приемный обратный клапан 6, снабженный фильтром (сеткой) для предохранения от загрязнений.

Центробежные многоступенчатые вертикальные насосы (рис. 5.3) применяются там, где необходимо получить высокое давление на выходе. Например, для водоснабжения высотных сооружений, в частности для наполнения водонапорных хранилищ, находящихся на значительной высоте.

Эти насосы характеризуются очень высоким напором и давлением. Они очень надежны, и могут работать непрерывно в течение длительного периода времени. Обычно

ограничение температуры перекачиваемой среды составляет обычно 90-120 °С. Напор, обычно, составляет от 30 до 50 м, а производительность от 1 до 250 м³/ч.



Рисунок 5.3 – Центробежные многоступенчатые вертикальные насосы

Для *увеличения подачи* при данном напоре насос выполняют с несколькими рабочими колесами, соединенными *параллельно*. Для подачи небольших объемов жидкости на *значительную высоту* делают насосы с несколькими *последовательно* соединенными колесами. По величине создаваемого напора различают: низконапорные центробежные насосы (при напоре до 20 м); насосы среднего давления (напор от 20 до 60 м), а при напоре более 60 м – насосы высокого давления.

Иногда возникает ситуация, когда один насос не в состоянии обеспечить необходимого расхода жидкости, либо экономически выгодно или конструктивно приемлемо использование нескольких агрегатов. В таких случаях используют насосы, соединенные параллельно или последовательно.

К **достоинствам** центробежных насосов относятся:

- компактность и простота конструкций;
- простота соединения с электродвигателем и другими силовыми установками, что повышает к.п.д. установки;
- простота пуска и регулирования;
- плавная работа;
- экономичность эксплуатации;
- надежность, долговечность в работе и возможность применения для перекачки любых жидкостей.

Недостатками этих насосов являются:

- низкий КПД малых насосов;
- сложность отливки рабочего колеса;
- необходимость заполнения жидкостью корпуса насоса перед пуском.

3) Эрлифт – это насос, работающий на сжатом воздухе, и представляет собой трубу с открытыми концами, в которую нагнетается воздух, при этом нижняя часть трубы опущена в воду (рис. 5.4).

В замкнутых рыбоводных установках, работающих с использованием сжатого воздуха для насыщения воды кислородом, циркуляция воды может осуществляться с помощью эрлифтов.

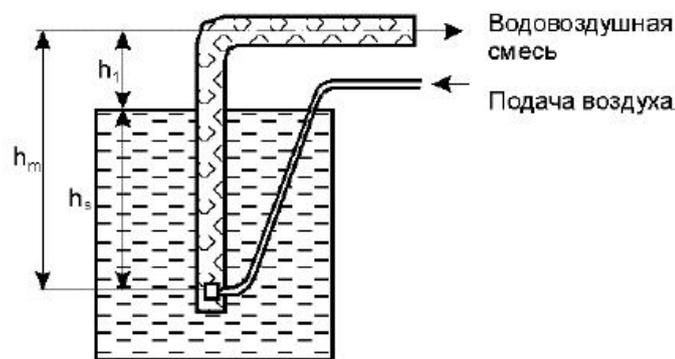


Рисунок 5.4 – Эрлифт

Принцип действия насоса основан на разности между удельным весом воды, окружающей трубу снаружи, и удельным весом водо-воздушной смеси, наполняющей трубу. Если непрерывно подавать воздух в трубку, то наступит момент, когда h_m - h_s будет больше h_1 - высоты подъема воды и водо-воздушная смесь начнет вытекать из верхнего конца трубы.

Пузырьки воздуха должны быть как можно мельче, чтобы они не поднимались в воде, а вместе с водой. Чем больше высота заглубления эрлифта, тем больше напор, развиваемый эрлифтом.

КПД эрлифта редко бывает выше 60%, что ограничивает его применение в качестве насоса. При выращивании водных объектов возникает необходимость аэрации воды, поэтому эрлифты широко применяются, выполняя одновременно функции аэратора и насоса.

4) Внешне осевой насос похож на гребной винт корабля (рис. 5.5). На втулке 1 закреплено несколько лопастей 2. Механизм передачи энергии от рабочего колеса жидкости тот же, что и у центробежного насоса. Отводом насоса служит осевой

направляющий аппарат 3 (неподвижный), с помощью которого устраняется закрутка жидкости, и кинетическая ее энергия преобразуется в энергию давления.



Рисунок 5.5 – Осевой насос

Преимущества осевых насосов:

- высокая производительность по сравнению со всеми другими классами насосов,
- компактность и простота устройства,
- пригодность для перемещения загрязненных и кристаллизующихся жидкостей,
- имеют высокий КПД - 90% и более,
- обеспечивают плавную и непрерывную подачу перекачиваемой жидкости,
- высокая частота вращения рабочего колеса позволяющая соединить вал насоса в валом электродвигателя без редуктора понижающего частоту вращения.

Недостаток – невозможность получения таких же больших напоров, как у центробежного насоса.

Насосы высокого давления (центробежные насосы) используются для подачи меньших объемов воды на большую высоту, а насосы низкого давления (осевые насосы) – для подачи больших объемов воды на меньшую высоту (до 20 м).

Сегодня в большинстве систем общая высота подачи воды составляет менее 2 м, из-за чего наиболее эффективным является использование насосов низкого давления. Однако для процесса растворения чистого кислорода в производственной воде требуются центробежные насосы, поскольку они способны создать необходимое высокое давление в конусах.

Агрегаты погружного типа устанавливаются в месте забора воды. При этом в водную среду погружается либо весь агрегат с мотором, либо электродвигатель располагается над поверхностью воды.

В практике эксплуатации рыбоводных установок возникают проблемы с осушением емкостей, из которых невозможно спустить воду по каким-либо причинам. Осушение емкостей выполняют с помощью погружных насосов.

Такое насосное оборудование может перекачивать жидкость со значительной глубины (более 100 м). Оно отличается большой производительностью и эффективным охлаждением двигателя.

В зависимости от особенностей конструктивного устройства выделяют два основных исполнения погружных насосов: **центробежное и вибрационное**. В центробежных насосах нагнетание жидкости происходит за счет действия центробежных сил, возникающих при вращении основного рабочего органа – диска с лопастями. Вибрационные насосы подают жидкость при помощи вибрационного и электромагнитного устройства.

Погружные насосы для воды делятся на три вида: скважинные, колодезные и дренажные.

Скважинные насосы (рис. 5.6) используются для забора воды из глубоких и узких скважин (с глубины до 350 м). Они представляют собой стальные цилиндры диаметром менее 10 см и длиной от 0,5 до 2,5 м. Диаметр насоса выбирается на 1-2 см меньше диаметра скважины, в которую он будет погружен.

Скважинные насосы имеют большую глубину забора, чем **колодезные** (рис. 5.7), но при этом меньшую производительность и более высокую стоимость. Колодезные насосы менее чувствительны к мелким частицам, содержащимся в воде.



Рисунок 5.6 – Скважинный насос



Рисунок 5.7 – Колодезные насосы

Чтобы происходило постоянное охлаждение колодезного насоса, он всегда должен находиться в воде ниже ее границы. Чтобы не происходило случайное откачивание всей воды из колодца, применяются различные устройства, сигнализирующие о критической отметке воды – например, поплавки.

Преимущества погружных насосов:

- Низкий уровень шума;
- Элементарная установка;
- Способность длительной работы, поскольку вода, в которую насос погружен, одновременно охлаждает его двигатель, не позволяя ему перегреваться;
- Высокий КПД;
- Экономия полезного пространства.

Недостатки: сложность в обслуживании, поскольку главный элемент устройства – двигатель, надежно изолирован, чтобы в него не попала вода.

Дренажные насосы (рис. 5.8) используются для перекачивания загрязненной воды из водоемов, котлованов и т.п.

Дренажный насос применяется для перекачки воды, в которой содержится большое количество песка, травы, глины, ила или другого мелкого мусора. Однако есть и модификации, которые рассчитаны на работу в слабозагрязненной среде.



Рисунок 5.8 – Дренажный насос

В УЗВ или для разведения рыбы в бассейнах необходимо учитывать то, что производительность насоса не должна быть больше производительности биологического и механического фильтра для бассейна. Из-за превышения рекомендуемой скорости потока через фильтр ухудшится качество фильтрации воды.

Поскольку перекачивание воды насосом требует затрат электричества (топлива), то для сведения эксплуатационных расходов к минимуму важно, чтобы высота подачи воды была небольшой, а насосы – эффективными и правильно установленными.

По возможности, подъем воды должен происходить только один раз за рециркуляционный цикл, после чего вода течет самотеком через всю систему обратно в приемок насоса. Насосы чаще всего размещаются перед системами биофильтрации и дегазации, т.к. процесс водоподготовки начинается здесь. В любом случае, они должны располагаться после механического фильтра, чтобы не разбивать твердые частицы, сбрасываемые из рыбоводных бассейнов.

Для обеспечения работы в условиях отсутствия электроэнергии применяются насосные станции (рис. 5.9), основными частями которой являются насос и гидроаккумулятор. Данное оборудование отличается небольшим износом мотора, простотой и доступностью эксплуатации, возможностью обслуживания нескольких точек потребителей.



Рисунок 5.9 – Насосная станция

5.2 Участки для изготовления кормов

Для кормления рыб могут применяться влажные пастообразные и сухие гранулированные корма.

При производстве влажных кормов в качестве технических средств используют различного рода измельчители – дробилки, волчки, мясорубки.

При производстве сухих гранулированных кормов используют не только измельчители, но и сушилку, сита с различной ячейей. Гранулы получают пропуская кормовую массу через мясорубку или волчок. Для приготовления крупки,

предназначенной для молодежи массой до 5 г, сухие гранулы корма дробят, полученную массу просеивают через сита и получают крупку нужного размера.

Для получения корма с гранулами ровной цилиндрической формы используют гранулятор. Основными элементами шнекового гранулятора являются шнек, матрица, нож для срезания гранул, двигатель (рис. 5.10). Основными элементами гранулятора с подвижной матрицей являются ролики, матрица, нож для срезания гранул, двигатель (рис 5.11).



Рисунок 5.10 – Гранулятор шнековый (с неподвижной матрицей)



Рисунок 5.11 – Гранулятор с подвижной матрицей

Для производства плавающих кормов для рыб используют экструдер (рис. 5.12). Экструдер имеет более длинный шнек (по сравнению с гранулятором), благодаря чему в корпусе образуется зона высокого давления.



Рисунок 5.12 – Экструдер

Принцип действия экспандера (рис. 5.13) аналогичен экструдеру, но отличается выпрессовыванием полученной смеси через кольцевой зазор (сопло) вместо проталкивания сквозь матрицу с отверстиями (фильерами).



Рисунок 5.13 – Экспандер

Экспандирование кормового сырья осуществляется при повышенной до 35% влажности против 27% при экструдировании.

Преимуществом экспандера является возможность вводить в состав экспандата до 20% жира, в то время как при экструдировании ввод жира ограничен, так как гранулы экструдата теряют связность и рассыпаются.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дать общую классификацию насосов.
2. Дать характеристику центробежным насосам.
3. Объяснить принцип работы эрлифта.
4. В каких случаях применяют параллельное соединение насосов, в каких – последовательное?
5. Какое оборудование используется при производстве пастообразных, гранулированных, экструдированных, экспандированных кормов.

Рекомендуемая литература: [1-7, 9, 10, 12, 13].

Тема 6. Устройства, обеспечивающие процессы выращивания молоди рыб

6.1 Инкубационные установки.

6.2 Кормораздатчики и кормушки.

6.3 Фильтры грубой и тонкой очистки воды.

6.4 Устройства для насыщения воды кислородом.

6.1 Инкубационные установки

При инкубации икры прежде всего следует создать благоприятные условия для нормального развития икры. Для этого следует постоянно удалять конечные продукты обмена, обеспечить проточность воды, необходимое количество кислорода, требуемую температуру и определенный гидрохимический режим.

В практике рыбоводства существуют два метода инкубации икры:

- **вне заводской метод (или естественный)** — инкубация икры проводится непосредственно в водоеме,

- **заводской метод (или искусственный)** — инкубация икры в специально оборудованных помещениях.

Вне заводской метод инкубации икры осуществляют двумя способами: инкубацией икры на субстрате и в аппаратах.

Вне заводским методом инкубируют клейкую икру рыб (осетровых, карповых, лососевых и др.) на субстрате (ветки можжевельника, ели, отмытые корневища ивы, тростника, корзины с ветками и т. п.). Субстрат с равномерно распределенной, прилипшей к нему икрой, прикрепляют ко дну водоема и оставляют до выклева эмбрионов.

Для инкубации икры вне заводским методом используют аппараты конструкции Сес-Грина, Жуковского, Чаликова, С.М. Семенченко.

Данные инкубационные установки представляют собой прямоугольные ящики с рамками для икры, обтянутые металлической сеткой. Размер ячеей сетки должен быть меньше диаметра инкубируемой икры. Сверху аппараты прикрывает защитная крышка. Аппарат погружают в водоем на глубину 1-2 м.

Применяемые при заводском методе инкубации икры аппараты могут быть подразделены на следующие типы:

- аппараты для инкубации икры, находящейся в неподвижном состоянии (для икры лососей, форели) – аппараты Шустера, Коста, Вильямсона, лотковые и др.;

- аппараты для инкубации икры во взвешенном состоянии (карповые, сиговые, окуневые) – аппараты Вейса, Чеза и др.;
- аппараты для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии (осетровые, рыбец, кутум);
- аппараты для инкубации необесклеенной икры рыб (икра находится в прикрепленном состоянии).

Освещение в инкубаториях должно быть не слишком ярким, поскольку прямой и яркий свет плохо влияет на развитие икры.

Аппарат Коста представляет собой ящик длиной 50 см, шириной 20 см, высотой 10 см (рис. 6.1, 6.2).

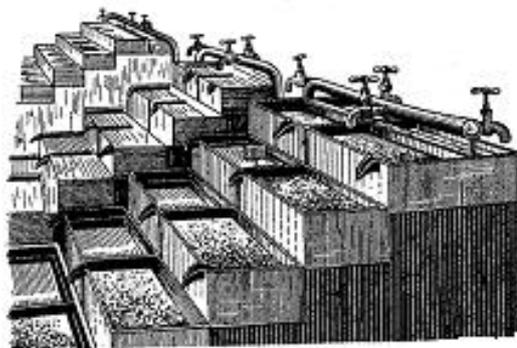
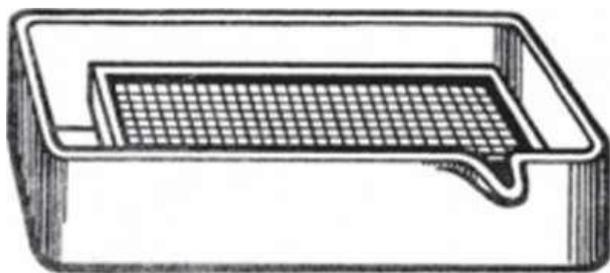


Рисунок 6.1 – Инкубационный аппарат
Коста

Рисунок 6.2 – Аппарат Коста (лестничная
установка)

На внутренних сторонах стенок ящика, примерно в 5 см от дна, имеются выступы, на которые кладется деревянная рамка, обтянутая металлической сеткой.

Размер ячеей сетки подбирается в зависимости от размера инкубируемой икры. На рамку помещают в один слой икринки, например икринки лосося в количестве 2—2,5 тыс. шт.

Вода подается у одного края аппарата, протекает над рамкой с икринками и сбрасывается через носик, сделанный с противоположного края. Расход воды в аппарате составляет 0,6 л/мин.

В целях экономии воды и площади, предназначенной для инкубатория, аппараты Коста обычно устанавливают на подставках в лестничном порядке в несколько групп (рис. 24). В каждую группу входят 4-6 аппаратов, снабжающихся водой от одного крана. При таком размещении аппаратов вода поступает из крана в самый верхний аппарат, а из него сбрасывается последовательно в нижестоящие аппараты.

Для обеспечения правильной циркуляции воды в аппаратах их размещают так, чтобы сливные носики каждого вышестоящего и нижестоящего были в противоположных краях.

Установка в одну группу более шести аппаратов Коста не рекомендуется. В противном случае нижние аппараты будут получать воду, обедненную кислородом и содержащую большое количество продуктов обмена из верхних аппаратов, что приведет к увеличенному отходу икры.

Аппарат Шустера состоит из двух вставленных один в другой металлических ящиков, из которых внутренний имеет сетчатое дно (рис. 6.3). Вода от водоисточника подается в наружный ящик, проходит сквозь сетчатое дно во внутренний, смывая снизу вверх икринки, и вытекает через желоб. Размещают аппараты Шустера по 4-8 шт. в ряд в лестничном порядке (рис. 6.4).

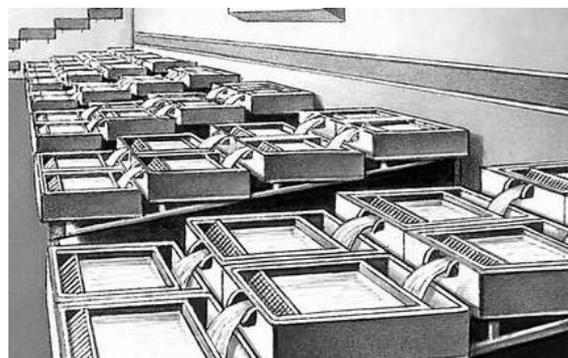
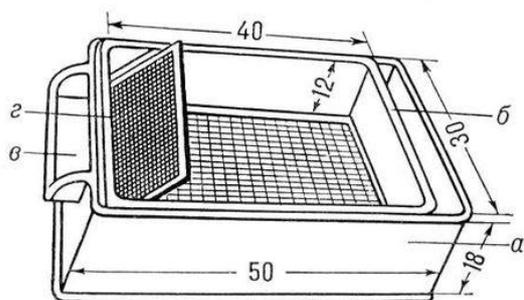
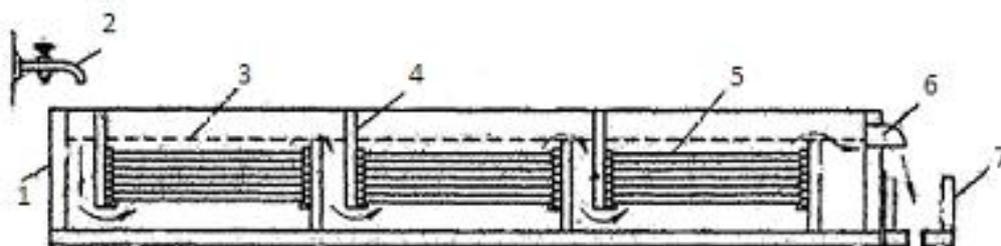


Рисунок 6.3 – Инкубационный аппарат Шустера: а - наружный ящик; б - внутренний ящик; в - сливной носик; г - наклонная сетка

Рисунок 6.4 – Общий вид установки аппаратов Шустера

Аппарат Вильямсона для инкубации икры лососей представляет собой деревянный или бетонный желоб с 3-6 отделениями. Длина желоба с тремя отделениями составляет 2 м, а с шестью – 4 м. Его ширина 50 см, а высота 30 см. Желоб разделен на отделения двойными поперечными неполными перегородками (рис. 6.5).



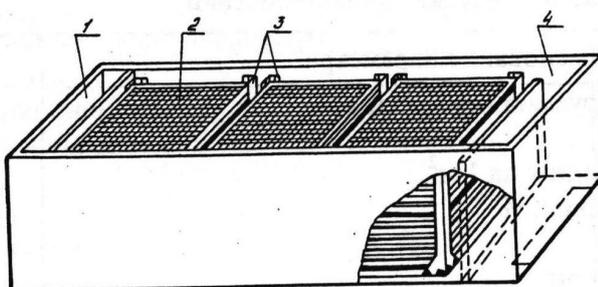
1 – желоб, 2 – кран, 3 – уровень воды, 4 – перегородка, 5 – рамки, 6 – сливной носик, 7 – канализация

Рисунок 6.5 – Инкубационный аппарат Вильямсона

При этом каждые две перегородки, образующие отделение, установлены так, что одна из них, находящаяся ближе к притоку воды, не доходит до дна желоба на 5 см, а другая, находящаяся ближе к вытоку воды, наглухо закрывает дно желоба, но не доходит на 5 см до его краев. В каждое отделение помещают стопкой рамки размером 45x50 см, обтянутые сеткой. Самую нижнюю рамку устанавливают на расстоянии 6-7 см от дна желоба. На рамку размещают в один слой 5 тыс. икринок лосося. Каждое отделение аппарата вмещает 7 рамок.

Следовательно, в одном аппарате Вильямсона с тремя и шестью отделениями можно инкубировать 105 и 210 тыс. икринок лосося соответственно. Поступающая из крана в аппарат вода циркулирует в каждом отделении по вертикали (сверху вниз или снизу вверх) через рамки, равномерно омывая икринки, и сбрасывается далее через сливной носик. Расход воды в аппарате с тремя отделениями равен 5-15 л/мин, с шестью отделениями – 10-30 л/мин.

Аппарат Аткинса применяется для инкубации икры лососей и представляет собой прямоугольный деревянный или пластмассовый желоб длиной 1-2,4 м, шириной 0,35 м и высотой 0,4 м (рис. 6.6). Икра инкубируется в аппарате на рамках, уложенных в стойках (каркасах) по 2-6 стопок. Каждая стопка состоит из 10 рамок. На одной рамке размещается в один слой 2,5 тыс. икринок, общая рабочая емкость аппарата 50-150 тыс. икринок. Рамки имеют бортики и обтянуты сеткой.



1 – водоприемная камера, 2 – рамки для икры, 3 – стойки, 4 – водосливная камера

Рисунок 6.6 – Инкубационный аппарат Аткинса

Конструкция его торцовых сторон, у одной из которых подается вода, а у другой она сбрасывается такая же, как и в лотковом аппарате. В передней части аппарата иногда устанавливают поперечную перегородку, отделяющую водоприемную камеру.

Две противоположные стороны бортиков каждой рамки сплошные, а две остальные имеют вырезы. Рамки укладывают в стопки так, чтобы их бортики с вырезами располагались перпендикулярно к течению воды в аппарате, которое должно быть не

менее 0,6 см/с, что обеспечивает лучшую омываемость икры водой. В инкубационном цехе аппараты стыкуют по два в ряд, устанавливая их в лестничном порядке. Расход воды в аппаратах составляет 1-1,5 л/с на 1 млн. икринок.

Лотки для инкубирования икры могут быть изготовлены из прочного стеклопластика (40x40 см) (рис. 6.7). Лотки комплектуются усовершенствованными перфорированными поддонами из нержавеющей стали (1-2 мм перфорация).

Один укомплектованный аппарат состоит из: четырех инкубационных лотков, двух перфорированных сеток - одна со стороны притока воды для собирания пузырьков воздуха, вторая со стороны водосбросной трубы (рис. 6.8).



Рисунок 6.7 – Лотки для инкубирования икры из стеклопластика



Рисунок 6.8 – Инкубационный аппарат с лотками аппарат

Для оптимального использования площади помещения и расхода воды применяются вертикальные инкубаторы для икры. Подача воды (примерно 2 л/мин) осуществляется из впускного патрубка, расположенного в верхнем ящике. Вода подается вверх, сквозь икринки, размещенные на сите внутри ящика, и выходит через боковой канал на передней стенке, попадая в нижестоящий ящик аналогичным образом, чтобы вода прошла через все ящики. Инкубаторы изготавливают из прочной экологичной пластмассы и состоят из алюминиевых рамок и поддонов для икры (50x40x4 см) со специальным безопасным PVC покрытием (рис 6.9).

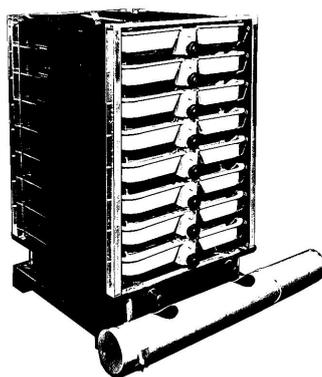


Рисунок 6.9 – Вертикальный инкубатор для икры

Аппарат Вейса используют для инкубации мелкой икры лососевых (белорыбицы, сига), иногда для икры остетровых.

Аппарат Вейса — цилиндрический стеклянный или из органического стекла сосуд, суживающийся книзу (бутылкообразный), стандартного объема 8 л с пробкой на узком конце, в которую вставлена металлическая трубка. Вода подается в аппарат под напором снизу и поддерживает икринки во взвешенном состоянии. В инкубационных цехах аппараты Вейса размещают в стойках из нескольких сосудов (рис 6.10).

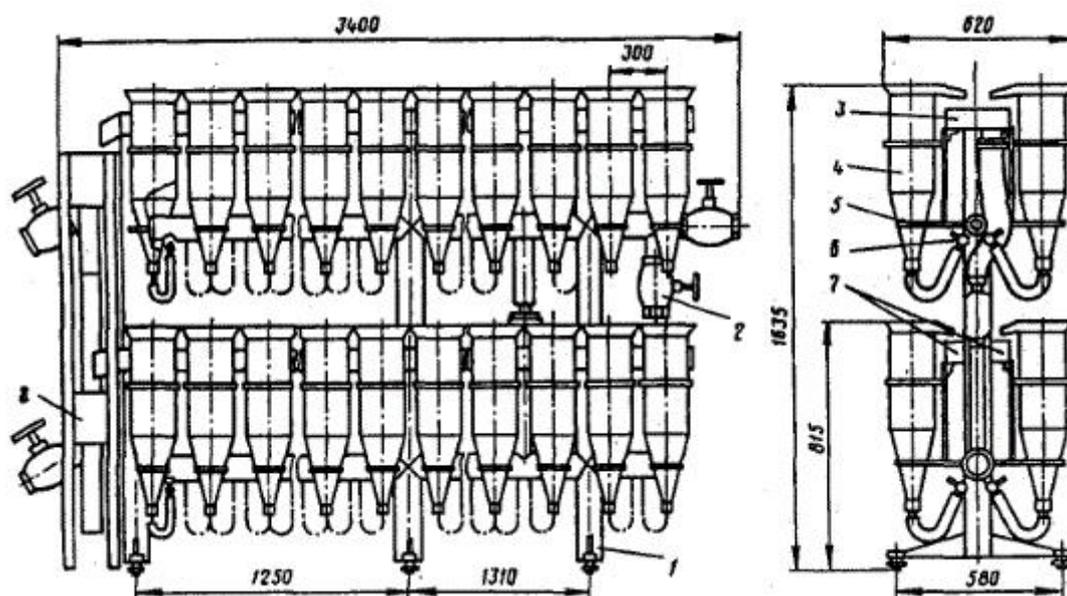


Рисунок 6.10 – Инкубационный аппарат Вейса

Инкубатор Вейса предназначен для обесклеивания икры и ее инкубации. Колбу заполняют водой и помещают в нее оплодотворенную икру. Если обесклеивание происходит в колбе, то в нее добавляют обесклеивающий препарат и снизу подают

сжатый воздух, которым перемешивают икру до полного обесклеивания. По завершению обесклеивания подача воздуха прекращается, а в аппарат подают снизу воду таким образом, чтобы струя воды поддерживала икринки во взвешенном состоянии. Проклюнувшиеся личинки уходят с током воды в личиночный бассейн. Расчетный расход воды на один 8 литровый аппарат составляет 1,5 л/мин. Количество закладываемых икринок зависит от размера икры. Например, икры омуля загружается в один аппарат до 250 тыс.шт, икры осетровых до 10 - 15 тыс.шт.

Для крупномасштабного производства 8-литровые аппараты Вейса объединяются в блоки. Например, инкубатор Иртыш состоит из 32 аппаратов, стойка инкубационная СИ-60 состоит из 60 аппаратов Вейса (рис. 6.11).



1 – рама, 2 – вентиль, 3 – верхний сборный лоток, 4 – аппарат Вейса, 5 – держатель, 6 – регулировочный кран, 7 – нижний сборный лоток, 8 – личинкоотделитель

Рисунок 6.11 – Инкубационная установка СИ-60

6.2 Кормораздатчики и кормушки

Кормление рыб может быть ручным и автоматическим.

Ручной способ раздачи корма в бассейнах и небольших прудах применяется при мощности хозяйства менее 20 т товарной рыбы. Данный способ кормления дает хорошие экономические результаты, так как рыбовод имеет возможность наблюдать за поеданием корма рыбой и своевременно прекратить раздачу. Ручная раздача корма была усовершенствована в Японии за счет применения ранцевого кормораздатчика с

автономным приводом для разбрасывания гранул. Оператор, перемещаясь вдоль бассейна, раздает корм рыбе, наблюдая за поедаемостью.

Ручная раздача корма в больших водоемах происходит без наблюдения за поедаемостью. Главная задача в этом случае – равномерное распределение корма по акватории.

Для автоматизации кормления применяют различные кормораздаточные механизмы (передвижные и стационарные).

Главное назначение кормораздатчика - донести без потерь необходимый вид корма в нужное место водоема, в достаточном количестве.

Так как кормовые запросы рыб разнообразны: молодь питается чаще и более мелким кормом, товарная рыба питается реже и более крупным кормом, то и конструкции кормораздатчиков разнообразны.

Кормораздатчики характеризуются следующими параметрами:

- 1) производительность - определяет количество корма, раздаваемого кормораздатчиком в единицу времени,
- 2) вид корма и диаметр гранул - указывает на назначение данного кормораздатчика для раздачи определенного вида корма, сухого гранулированного корма, тестообразного или того и другого в зависимости от перенастройки аппарата,
- 3) вместительность бункера - определяет периодичность заправки кормораздатчика новой порцией корма,
- 4) дальность раздачи корма или кормовое пятно - этот показатель определяет возможность потребления корма слабыми особями рыбного стада, так как при недостаточно большом кормовом пятне корм поедают только лидеры стада, а более мелкие рыбы вытесняются за пределы кормового пятна и остаются не накормленными.

Передвижные кормораздатчики

Передвижные аппараты для раздачи корма монтируются либо на самоходных шасси, либо на плавсредствах и имеют высокую производительность.

Самоходный кормораздатчик РГК смонтирован на базе шасси Т-16М и предназначен для доставки корма из садка к кормушкам и лодкам (рис. 6.12).



Наименование параметра	Значение
Емкость бункера, м ³ /кг	1,15/900
Производительность по выдаче корма, кг/сек	0 – 2,2
Габаритные размеры, мм	
- Длина	3850
- Ширина	3185
- Высота	2000

Рисунок 6.12 – Внешний вид и характеристики самоходного кормораздатчика РГК-900

Загрузчик кормушек плавающий ПК-3,2 предназначен для загрузки автокормушек гранулированным комбикормом. Загрузчик представляет собой двухкорпусное плавсредство - катамаран, на котором укреплен бункер, силовая установка, движитель - гребное колесо, выдача корма шнековым наклонным транспортером (рис. 6.13).



Наименование параметра	Значение
Грузоподъемность, т	3,2
Производительность при загрузке автокормушек и раздаче комбикорма, т/час	20
Скорость хода, км/час	6,4
Осадка с грузом, м	0,46
Тип двигателя	Дизель ДС-25
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	18,4 (25)
Габаритные размеры, мм	
- Длина (без рулей)	9120
- Ширина	3000
- Высота	2350
Масса, кг	3200

Рисунок 6.13 – Внешний вид и характеристики загрузчика кормушек плавающего ПК-3,2

Кормораздатчик плавучий КРП – 2 предназначен для внесения в зарыбленные водоемы гранулированных и рассыпчатых комбикормов и зерна в светлое время суток (рис. 6.14). Состоит из катамарана, на котором смонтированы: бункер, силовая установка с дизельным стационарным двигателем, движитель - гребное колесо. Выдача комбикорма - с помощью трех шиберов. По желанию заказчика может комплектоваться дополнительным бункером для внесения извести и минеральных удобрений в водоем.



Наименование параметра	Значение
Грузоподъемность, т	2
Производительность при кормлении, г/мин	100-200
Скорость хода, км/час	
- Порожним	7
- С грузом	6
Осадка, мм	
- Порожним	250
- С грузом	460
Привод	Дизель ТМЗ 450 Д/90Г с реверс-редуктором
Мощность, кВт (л.с.)	8,0 (11)
Частота вращения коленвала, об/мин	3600
Запуск	Электростартером с аккумулятором 6 ст-55
Двигатель	Гребное колесо
Обслуживающий персонал, чел.	1

Рисунок 6.14 – Внешний вид и характеристики кормораздатчика плавучего КРП – 2

Кормораздатчик плавучий ИКП - 1,6 М предназначен для внесения в зарыбленные водоемы гранулированных и рассыпчатых комбикормов и зерна в светлое время суток (рис 6.15). Состоит из катамарана, на который крепится бункер подвешного лодочного двигателя. Выдача корма осуществляется шибером, на обе стороны кормораздатчика. Управление подвешным двигателем дистанционное. По требованию потребителя возможна поставка без двигателя.



Наименование параметра	Значение
Грузоподъемность, т	1,6
Емкость бункера, м	2,8
Мощность подвешного двигателя «Вихрь 30Р электрон», кВт (л.с.)	22,1 (30)
Производительность при раздаче, кг/мин	100...200
Скорость с грузом, км/час	5
Осадка порожним, м	0,25
Осадка с грузом, м	0,4
Габаритные размеры, мм	
- Длина	7340
- Ширина	2500
- Высота	1840
Масса, кг	1150

Рисунок 6.15 – Внешний вид и характеристики кормораздатчика плавучего ИКП - 1,6 М

Кормораздатчик мальковый прудовой КМ - 0,3 предназначен для кормления рыбы, внесения минеральных удобрений и извести в прудах площадью до 5 га в светлое время суток (рис. 6.16). Применяется в основном для выростных и мальковых прудов.



Наименование параметра	Значение
Грузоподъемность, кг	300
Производительность при выдаче корма, кг/час	900
Привод	Ножной, с помощью педалей
Обслуживающий персонал, чел.	1
Осадка максимальная, м	0,35
Габаритные размеры, мм	
- Длина	2800
- Ширина	2180
- Высота	1130
Масса, кг	360

Рисунок 6.16 – Внешний вид и характеристики кормораздатчика малькового прудового КМ-0,3

Схема раздачи корма с помощью передвижных кормораздатчиков Н15-ИЛФ-18 приведена на рис. 6.17. Два кормораздатчика 1 установлены на балке 2. Балка имеет возможность перемещаться по монорельсу 3, установленному на опорных стойках 4. Кормораздатчики обслуживают два ряда рыбоводных бассейнов 5. Вместимость бункера каждого кормораздатчика 50 л, кормовое пятно до 0,5 м². Кормление производится автоматически, с остановкой кормораздатчиков над каждой парой бассейнов.

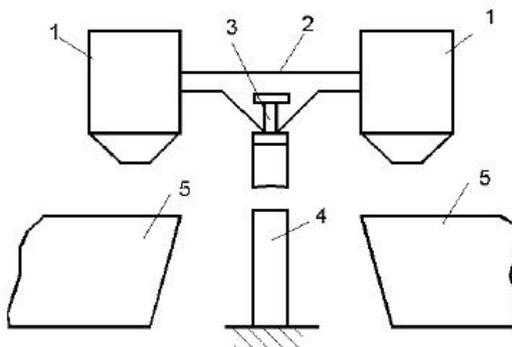


Рисунок 6.17 – Схема раздачи корма с помощью передвижного кормораздатчика

Стационарные кормушки

Стационарные технические средства подразделяются на автоматические кормораздатчики, которые выдают корм по заданной программе, и самокормушки. Автоматические кормушки используются преимущественно для кормления рыб, содержащихся в небольших емкостях (бассейнах, садках, силосах), а самокормушки - как на прудах, так и на садковых линиях и в бассейновых хозяйствах.

Ручная раздача корма требует значительных затрат ручного труда, что не всегда приемлемо. Например, при кормлении молоди требуется практически непрерывная раздача корма в течение суток. Кормление рыбы в садках в ненастную погоду также проблематично. Эти проблемы снимаются при автоматической раздаче корма специальными кормораздающими аппаратами, управляемыми командными устройствами. Все многообразие типов программируемых кормораздатчиков, предлагаемых на рынке рыбоводного оборудования, условно можно разделить на пять типов.

Тип 1. Кормораздатчики с порционным дозированием гранулированного корма

Под бункером с кормом 1 смонтирована камера 2 с подвижным поршнем 3 (рис. 6.18). Корм проваливается в камеру 2 и выталкивается поршнем 3. Количество ходов поршня определяет количество раздаваемого корма. Программирование кормораздатчика

заключается в назначении периодов включения кормораздатчика и количества ходов поршня за одно включение.

Тип 2. Вибрационные кормораздатчики

Под бункером с кормом 1 с зазором по отношению к бункеру размещается площадка 2, соединенная с вибрационным механизмом 3 (рис. 6.19). В состоянии покоя корм не высыпается в зазор между бункером и площадкой. При включении вибрационного механизма корм скатывается с площадки и попадает в воду.

Для увеличения кормового пятна под площадкой может быть устроен вентилятор, разбрасывающий корм струей воздуха. Программирование кормораздатчика заключается в назначении периодов его включения и длительности включения вибрационного механизма за одно включение. Регулирование зазора между бункером и площадкой изменяет производительность кормораздатчика.

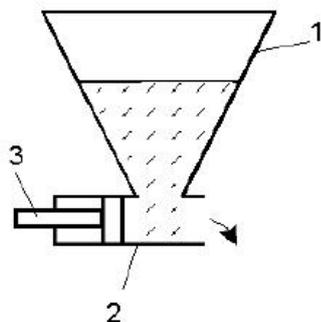


Рисунок 6.18 – Схема порционного дозирования корма: 1 – бункер, 2 – камера, 3 – поршень

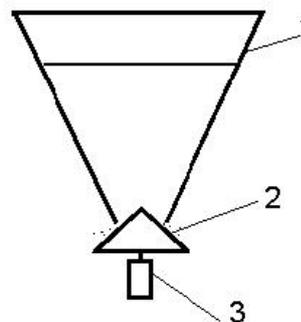


Рисунок 6.19 – Вибрационный кормораздатчик: 1 – бункер, 2 – площадка, 3 – вибрационный механизм

Тип 3. Кормораздатчик с механическим разбрасыванием корма

Под бункером с кормом 1 устанавливается с зазором диск 2, оснащенный радиальными ребрами. Диск насажен на вал 3, соединенный с приводом 4 (рис. 6.20). При вращении диска 2 корм захватывается ребрами и разбрасывается по поверхности водоема. Регулированием зазора устанавливается производительность кормораздатчика. Программирование заключается в назначении периодов пуска привода и длительности его вращения за один пуск.

Тип 4. Струйный кормораздатчик (или пневмокормушки)

Под бункером с кормом 1 устанавливается эжектор 2 (рис. 6.21). При прохождении струи сжатого воздуха или воды гранулы корма захватываются струей. Это намного

упрощает процесс кормления в садках и открытых водоемах при неблагоприятных погодных условиях. Садок соединяется с кормораздатчиком, стоящим в укрытии, шлангом, что обеспечивает защиту от непогоды раздающего оборудования и корма. Один струйный кормораздатчик, работающий на воде, может обслуживать несколько садков, если на выходе кормораздатчика установить коммутатор, который будет поочередно подключать шланги.

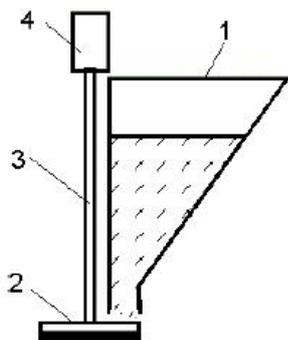


Рисунок 6.20 – Кормораздатчик с механическим разбрасыванием корма: 1 – бункер, 2 – диск, 3 – вал, 4 – привод

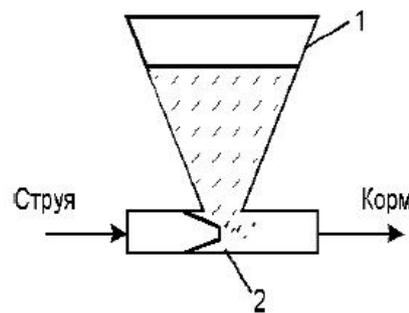


Рисунок 6.21 – Струйный кормораздатчик: 1 – бункер, 2 – эжектор

Тип 5. Ленточные кормораздатчики

Корм равномерно насыпается на ленту небольшого транспортера 1, приводимого в движение приводом 2 (рис. 6.22). Такие кормораздатчики используются только для кормления молоди на начальных этапах роста, когда объем корма, подаваемого в бассейны, не превышает емкости ленты. Равномерность хода ленты обеспечивает равномерную непрерывную подачу корма в бассейн.

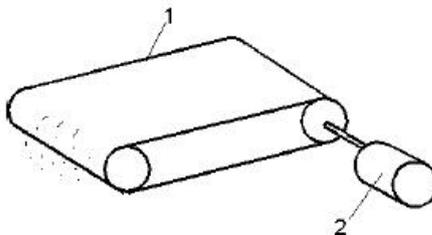


Рисунок 6.22 – Ленточный кормораздатчик: 1 – ленточный транспортер, 2 – привод

Выбор кормораздатчика и системы управления к нему зависят от характера выполняемой задачи. При содержании рыбы в небольших бассейнах площадью до 4 - 5 м²

кормораздатчиками снабжается каждый бассейн. Объем бункера не превышает в этом случае 2,5 - 3 л, что покрывает суточные потребности в корме для одного бассейна.

Самокормление

Автоматическая раздача корма без контроля за поедаемостью приводит к частичной потере корма. Особенно это сказывается в открытых водоемах, где рыба имеет возможность хотя бы частично питаться естественным кормом. Потерь корма можно избежать путем применения кормушек «Рефлекс», разработанных В. В. Лавровским. Принцип действия кормушек «Рефлекс» иллюстрируется на рис. 6.23. В бункере с кормом 1 установлены пластины 2, к которым с помощью гаек 3 крепится винт регулировки высоты 4, связанный с кормовым столиком 5. Столик имеет маятник 6, опущенный в воду бассейна.



Рисунок 6.23 – Схематическое изображение и внешний вид кормушек «Рефлекс»

Сама рыба приводит кормораздатчик в действие, касаясь маятника 6. Маятник перемещает столик, закрепленный за пластины 2, корм выпадает из зазора между столиком и корпусом бункера. Раздача корма осуществляется только по потребности рыбы. Отмечается, что молодь рыб массой 10 г уже способна потреблять корм из автокормушки.

Простота конструкции автокормушек облегчает их эксплуатацию, поэтому их применяют практически во всех случаях, когда рыба уже способна привести в действие маятник.

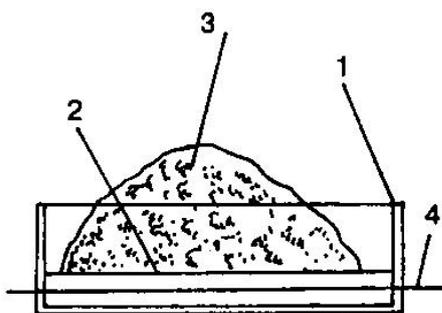
Однако, при плотных посадках рыбы (в частности карпа) в замкнутых рыбоводных установках (плотность до 100 кг/м³) наблюдался перерасход корма. Плотный клубок кормящихся рыб продолжает трясти маятник автокормушки до тех пор, пока еще сыплется корм.

Автокормушки кодируются цифрами и буквами: Т - товарная, для кормления товарной рыбы; М - мальковая, для кормления мальков; ИТ-У - универсальная.

После индекса следуют цифры, показывающие число устройств, выдающих корм, и емкость бункера в кг корма. Например, кормушка «Рефлекс Т-2-50» предназначена для кормления товарной рыбы, имеет два выдающих устройства на одном бункере емкостью 50 кг гранулированного корма. Обслуживает 4 тыс. шт. карпов массой от 25 г и более. Устанавливается из расчета 1 кормушка на садок площадью 20 м³.

Автокормушки можно использовать для кормления практически всех видов рыб. Однако имеются некоторые особенности: например, для осетровых, берущих корм со дна, необходимо устанавливать поддоны с бортиками.

При выдаче пастообразных кормов лососевым рекомендуется использовать аэрокормушки, которые практически исключают оседание корма на дно, или для карпа в прудах (рис. 6.24). Аэрокормушка представляет собой плавучую раму из дерева или другого легкого материала, обтянутого металлической сеткой или латексированной делью с ячейкой 30-35 мм. Расстояние от сетки до воды должно составлять от 1 до 3 см при загрузке ее кормом, который накладывают сверху. Проваливаясь через отверстия сетки, он становится доступным для рыбы. Причем для получения корма она должна на мгновение подняться над поверхностью пруда. Чтобы приучить рыбу к такому устройству, его помещают сначала в толщу воды, потом приподнимают на поверхность, а затем и над водой. Рыбы быстро осваивают кормушку.



1 – рама, 2 – сетка, 3 – пастообразный корм, 4 – уровень воды

Рисунок 6.24 – Схема аэрокормушки

6.3 Фильтры грубой и тонкой очистки воды

Выращивание рыбы в УЗВ происходит при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергаемого очистке и вновь возвращаемого в рыбоводные

емкости. Поэтому эффективная работа блоков очистки является важнейшим условием нормального функционирования установки.

Система регенерации воды УЗВ должна обеспечивать эффективное удаление из оборотной воды взвешенных веществ и растворенных метаболитов рыб.

Большинство применяемых методов очистки воды можно разделить на 4 группы:

- физические (осаждение, фильтрация, флотация),
- химические (окисление и коагуляция органических загрязнений),
- физико-химические (адсорбция и ионообмен),
- биологические.

В современных установках наиболее широко используются физическая (механическая) и биологическая очистка воды.

Система регенерации воды в замкнутых установках, как правило, состоит из нескольких элементов:

- 1) узел механической очистки воды, в котором удаляется основная часть твердых отходов;
- 2) узел биологической очистки, в котором происходит изъятие растворенных загрязнений;
- 3) блок окончательной очистки, в котором вода доводится до требуемых кондиций (терморегуляция, оксигенация, обеззараживание, рН-регулировка и т. д.).

Механическая очистка воды

Кроме постоянно выделяемых продуктов метаболизма (аммиака и растворенных органических соединений) при кормлении рыб в воду попадают остатки несъеденного корма и экскременты. Они частично растворяются в воде, частично образуют взвешенные вещества, но основная их часть оседает на дно и, если вовремя не будет удалена, то, постепенно разлагаясь, также загрязняет воду.

Для удаления взвешенных веществ из оборотной воды используют осаждение и фильтрацию.

Осаждение взвешенных веществ происходит в отстойниках различного типа: вертикальных, горизонтальных, радиальных и тонкослойных, снабженных устройствами для сбора осадка. Основной их недостаток — большие объемы и низкий эффект очистки (как правило, не более 35—40 %).

Принцип осаждения используют также в случае применения центрифуг или гидроциклонов. Их применение в составе рыбоводных систем показало, что они способны не только осветлять воду, но и удалять некоторое количество азотных

соединений. Однако эти сооружения весьма дорогостоящи и энергоемки, ввиду чего они не нашли широкого применения в рыбоводстве.

Наибольшее распространение в качестве устройств механической очистки воды УЗВ получили фильтры различных конструкций. Первоначально использовали гравийные, песчано-гравийные и быстрые песчаные фильтры. Однако им были свойственны серьезные недостатки: низкая удельная производительность, трудность промывки и значительный расход промывочной воды.

В настоящее время наиболее распространены барабанные самопромывающиеся и плавающие фильтры.

Барабанный фильтр представляет собой барабан с натянутой на него сеткой. Сетка подбирается под определенные задачи. Обычно используют сетку с размером отверстий 30-90 микрон. Принцип работы заключается в следующем: загрязненная вода подается внутрь барабана и, проходя сквозь сетку, очищается (рис. 6.25). Для того чтобы сетка не забивалась барабан вращается, поднимая на стенках осадок вверх. Сверху на загрязненную сетку, под напором, подается вода из форсунок, очищая сетку. Весь загрязняющий материал вымывается и попадает на шламовый поддон. Из шламового поддона он вымывается наружу водой под действием сил гравитации (рис. 6.26).

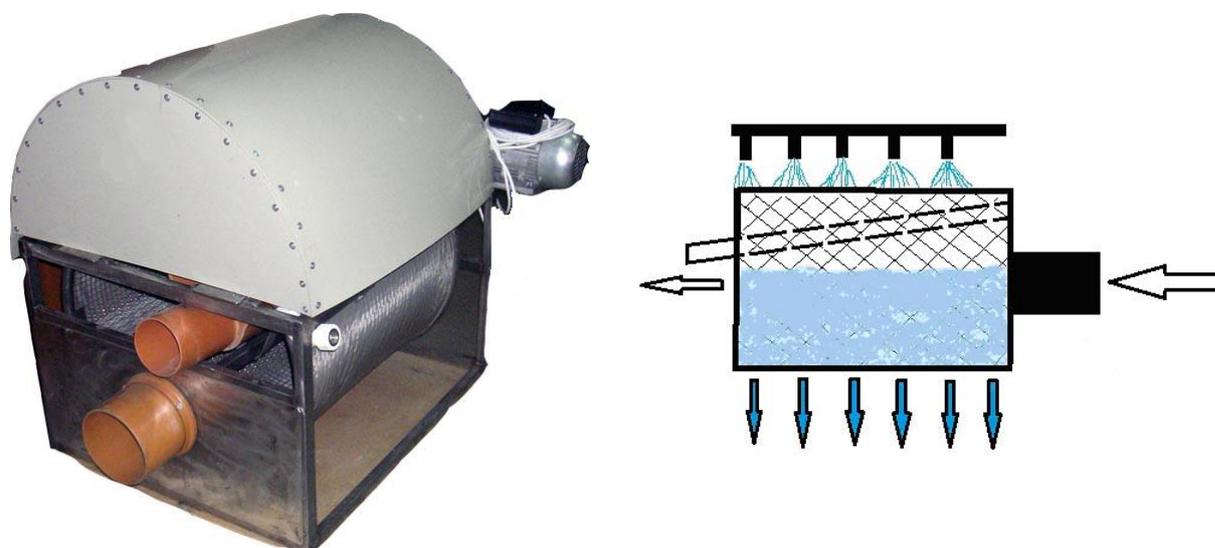


Рисунок 6.25 – Внешний вид и принцип работы барабанного фильтра

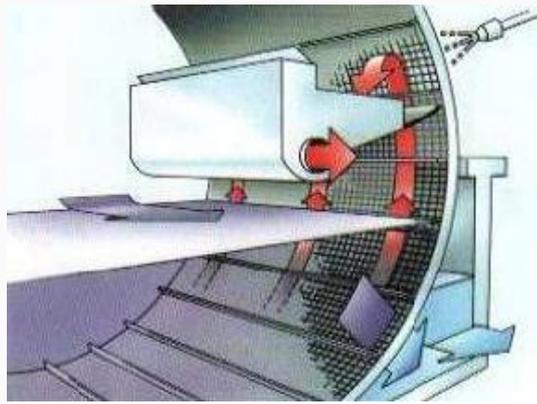


Рисунок 6.26 – Очистка сетки барабанного фильтра от загрязняющего материала и сбор его в шламовый поддон

Фильтры барабанного типа являются безнапорными. То есть вода в них поступает самотеком, собственно, как и вытекает. Эти механические фильтры устанавливаются первыми в системе фильтрации. Вода из бассейнов, при помощи переливного устройства самотеком поступает либо в водоотводную трубу большого диаметра, либо в бетонную траншею, ведущую к барабанному фильтру (рис. 6.27).

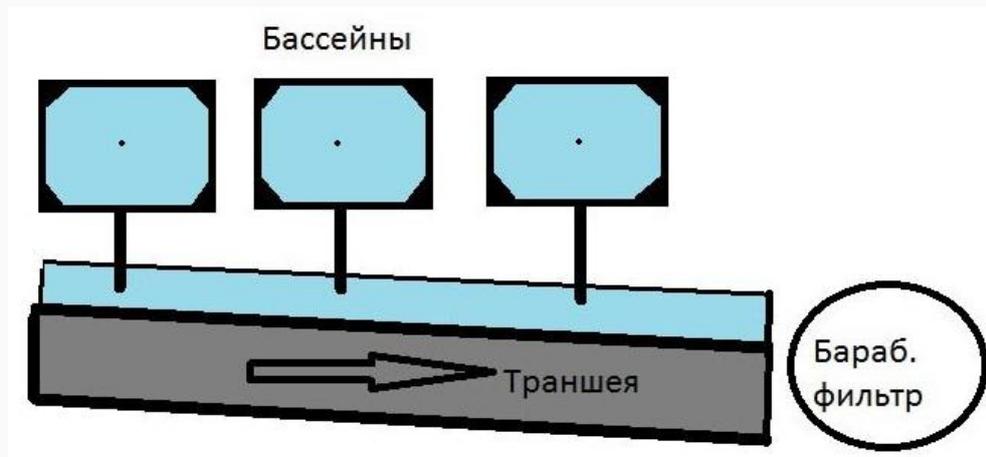


Рисунок 6.27 – Схема поступления воды из бассейнов в барабанный фильтр

Шариковый фильтр повышенного давления также применяется для очистки воды от взвеси и токсичных продуктов азотного цикла (рис. 6.28).

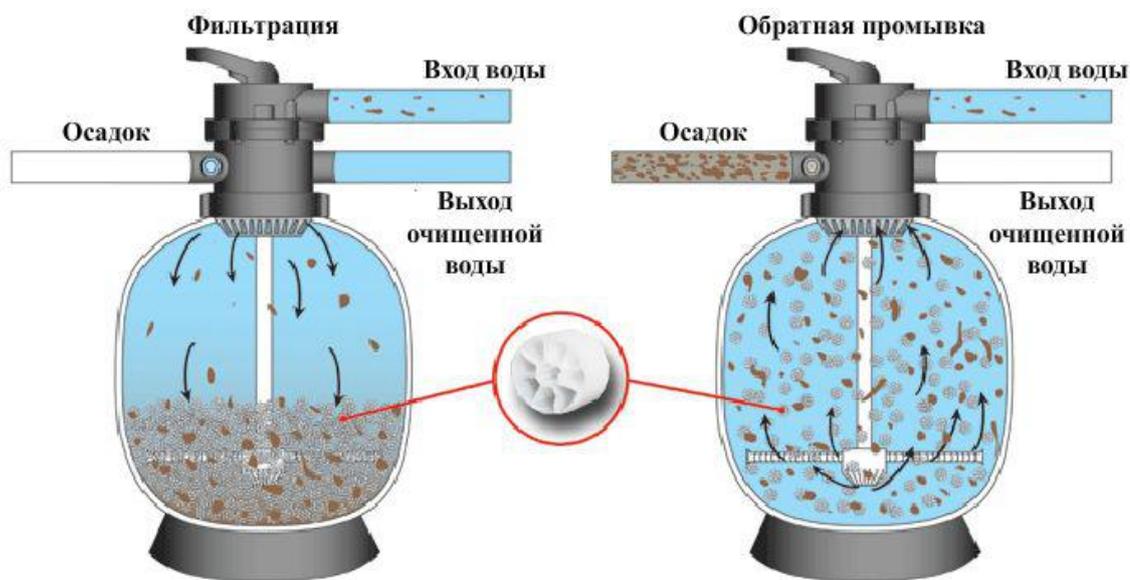


Рисунок 6.28 – Схема фильтрации и обратной промывки шарикового фильтра повышенного давления

Песочные фильтры являются бюджетным вариантом. Для их работы должно быть давление воды, создающееся насосом, а для промывки нужно большое количество чистой воды и помимо всего промывку нужно осуществлять вручную. Фильтрующим материалом в таких фильтрах служит кварцевый песок. В зависимости от применяемой фракции песка, песочный фильтр позволяет осуществлять фильтрацию воды с тонкостью очистки до 20-40 микрон. Вода, проходя через слой песка, очищается от твердых частиц, чем засоряет его. Очистка фильтрующего материала (кварцевого песка) производится с помощью промывки обратным током воды (рис. 6.29).

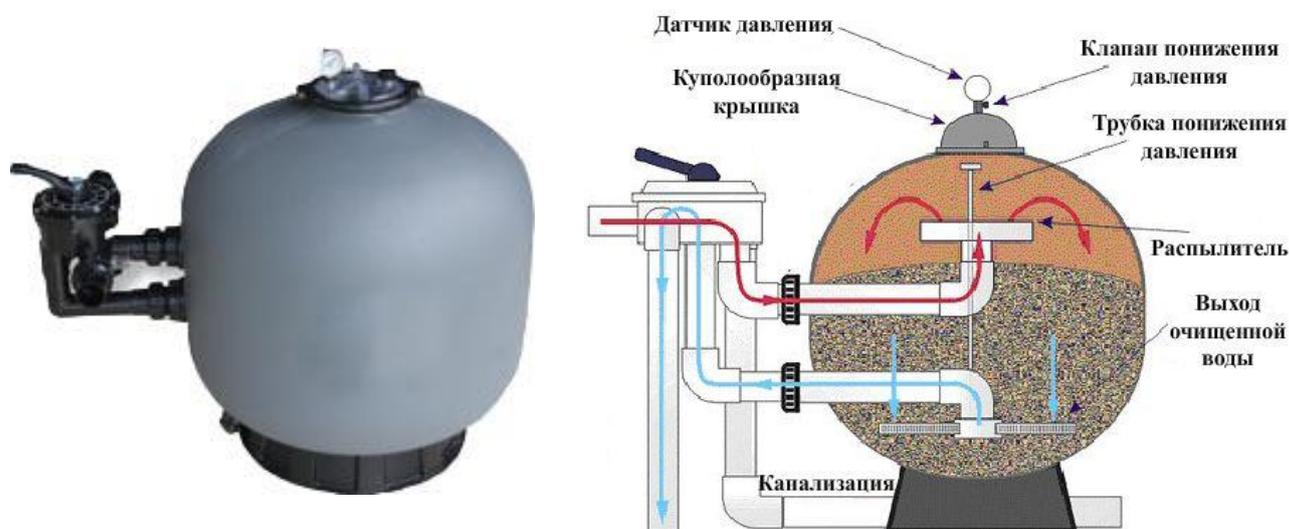


Рисунок 6.29 – Внешний вид и схема фильтрации песочного фильтра

Биологическая очистка

Механический фильтр не удаляет все органические вещества, самые мелкие частицы проходят сквозь него, так же как и растворенные вещества (азот). Конечным продуктом белкового обмена у рыб является аммиак. Он составляет около 60—80 % всех азотистых (органических) соединений.

Азот в форме свободного аммиака (NH_3) очень токсичен и должен быть преобразован в биофильтре в менее токсичный нитрат. Процесс преобразования аммиака в нитрат является биологическим процессом, осуществляющимся бактериями в биофильтре.

Полный цикл этого процесса состоит из 3 основных этапов: аммонификации, нитрификации и денитрификации. Первые два этапа происходят в обогащенной кислородом среде, а вот денитрификация лучше проходит в среде обедненной кислородом. В естественных условиях, где плотность рыбы не очень высока, биологическая фильтрация происходит непосредственно в толще воды.

Для условий УЗВ разработаны 3 основные вида оборудования для биологической очистки: биологические пруды, аэротенки и биофильтры. Но более всего подходят именно биофильтры.

Биологические пруды требуют соотношения их объема к объему воды в УЗВ порядка 100:1. Если в системе имеется 100 м^3 воды, то объем биологического пруда должен составлять порядка 10000 м^3 , что ведет к значительному расходу воды.

Аэротенки — аппараты, где биологическая фильтрация идет за счет активного ила постоянно продуваемого сжатым воздухом, для поддержания его во взвешенном состоянии. Так как частицы ила очень маленькие, часть его постоянно вымывается из аппарата и требует его извлечения и возврата назад. Время обработки воды при помощи аэротенков, порядка 5-6 ч. Т.е. отстойник с активным илом тоже должен быть очень большим. Соотношение объема воды в аэротенках к отстойника к к объему воды в УЗВ составляет 1:10. Такие аппараты более целесообразно использовать для очистки сточных вод. Для использования в УЗВ они малопригодны из-за мутности воды.

Применение *биофильтров* экономически более привлекательно из-за низкой степени загрязнения воды вытекающей из бассейнов и поступающей на очистку и, следовательно, затруднениями с созданием нужного объема активного ила в аэротенках. В биофильтрах, благодаря большой площади поверхности субстрата, очень высокая концентрация нужных бактерий, что позволяет снизить размеры сооружений и сократить затраты на строительство и обслуживание. Для уменьшения нагрузки на биофильтр, вода

должна подаваться уже очищенная от крупных органических остатков. Именно по этому биологический фильтр устанавливается после механического.

Важнейшим элементом биофильтра является его загрузка, а именно ее удельная площадь измеряемая в м². Чем больше м² в 1 м³ загрузки, тем больше бактерий сможет там развиваться и тем самым позволит уменьшить размеры фильтра.

Бактерии, заселяющие субстрат биофильтра, создают сплошную пленку на его поверхности. Когда частицы загрязнений попадают на ее поверхность, начинается процесс аммонификации с выделением аммония. Аммоний утилизируется группами бактерий *Nitrosomonas*, осуществляющими первый этап нитрификации — окисление аммония до нитритов. Нитриты окисляются бактериями группы *Nitrobacter* до нитратов. Нитраты малотоксичны для рыбы, их концентрация может быть значительной без ущерба. Но если подпитка свежей водой недостаточна, то нитраты накапливаются и могут достигнуть повышенной концентрации. Поэтому подпитка свежей водой должна составлять как минимум 5 % в сутки от общего объема в системе, чтобы разбавлять концентрацию нитратов. Это позволяет строить УЗВ без блока денитрификации.

На сегодняшний день различают биофильтры с плавающей и неподвижной загрузкой.

Плавающая загрузка представляет собой пластмассовые рифленые элементы с большой площадью поверхности, с разной плотностью, что позволяет сделать их тонущими или плавающими (рис 6.30).



Рисунок 6.30 – Варианты плавающей загрузки биофильтров

Неподвижная загрузка представляет из себя большие пластмассовые «соты», вода на которые подается сверху и, проходя через каналца этих «сот», очищается (рис. 6.31). Недостатком неподвижной загрузки является ее размеры. Чтобы «соты» полностью не зарастали со временем их делают с большим диаметром отверстий, что уменьшает их суммарную площадь поверхности.

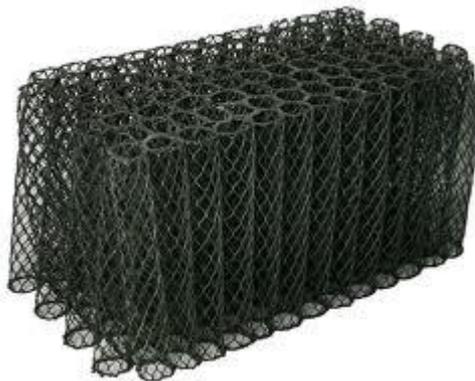


Рисунок 6.31 – «Соты» неподвижной загрузки и биофильтр с неподвижной загрузкой

Конструкций биофильтров также существует несколько, но все они имеют схожие принципы работы: вода должна омывать всю поверхность загрузки, должен быть доступ кислорода, осадок должен удаляться.

Внешний вид и схема биофильтра с плавающей загрузкой представлены на рис. 6.32.

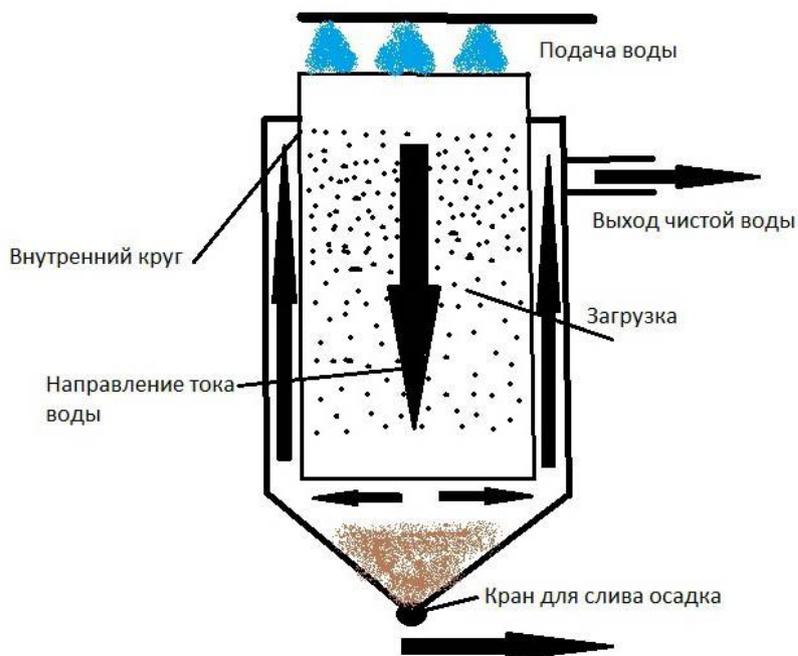


Рисунок 6.32 – Внешний вид и схема биофильтра с плавающей загрузкой

6.4 Устройства для насыщения воды кислородом и озоном

При проведении искусственного насыщения воды кислородом плотность посадки рыбы может возрасти с 40 кг/м³ до 120 кг/м³.

Для насыщения воды кислородом применяют аэраторы и оксигенаторы. При аэрации используется кислород воздуха (так содержание кислорода в воде возрастает до 7-8 и более мг/л), при оксигенации — жидкий кислород (содержание кислорода в воде возрастает до 15-50 мг/л).

В состоянии равновесия насыщенность воды кислородом составляет 100%. Когда вода проходит через рыбоводные бассейны, содержание кислорода понижается, обычно до 70 %, а в биофильтре оно становится еще ниже. Как правило, аэрация этой воды повышает насыщенность приблизительно до 90 %; в некоторых системах можно достичь 100 %.

Однако, в воде часто предпочтительнее иметь насыщенность кислородом, превышающую 100 %, чтобы количество доступного кислорода было достаточным для высокого и стабильного темпа роста рыбы. Для достижения более высоких уровней насыщенности требуется система оксигенации, использующая чистый кислород.

В условиях обычной аэрации плотность посадки остается относительно низкой (менее 40 кг/м³), но обеспечивается контакт воды с атмосферным воздухом, что предотвращает накопление токсических концентраций углекислого газа.

Биологическая аэрация заключается в стимулировании развития фитопланктона в водоеме - основного продуцента кислорода, обеспечивающего 80-90 % всего кислорода, растворенного в воде. Другим способом является применение поликультуры, в состав которой входят растительноядные рыбы.

Химическая аэрация заключается во внесении химических реагентов, которые, взаимодействуя с водой, выделяют кислород. К ним относятся перекись водорода (H₂O₂), марганцовокислый калий (KMnO₄), перекись кальция (Ca₂O) и некоторые другие. Особенно выгодно применение перекиси кальция. В результате взаимодействия с водой образуется не только кислород, но и гашеная известь Ca(OH)₂, которую также используют в прудах, в том числе и для улучшения кислородного режима.

Механическая аэрация - наиболее простой и быстрый способ аэрации. Заключается в применении различных устройств, способствующих насыщению воды воздухом. Не имеет побочных отрицательных эффектов, что может иметь место при химической аэрации.

Классификация аэраторов представлена на рис. 6.33.

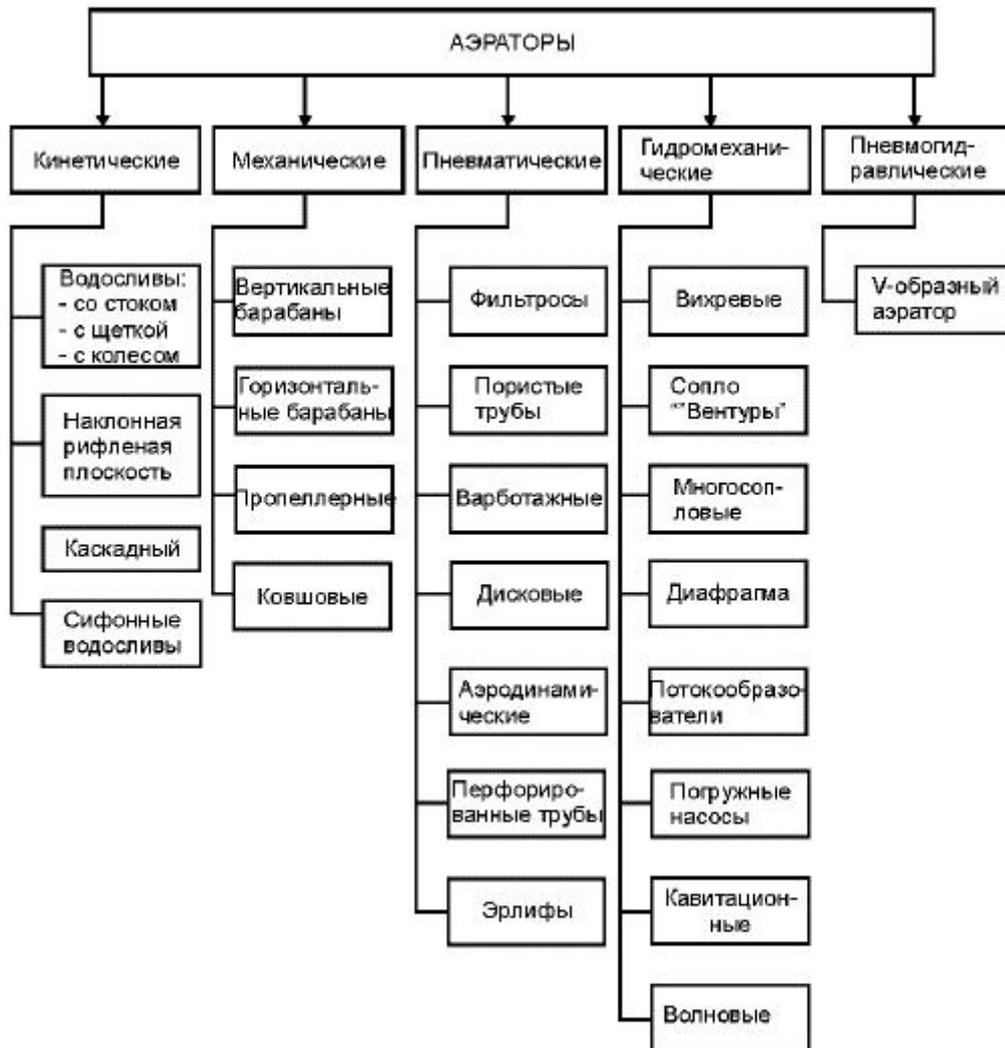


Рисунок 6.33 – Классификация аэраторов

Кинетические аэраторы обеспечивают разбивку потока воды на мелкие струи, что позволяет насыщать воду кислородом воздуха. Они находят применение там, где имеется возможность создать перепад высот в течении воды (используется энергия, высвобождающаяся при падении воды с высоты). При этом увеличивается поверхность контакта воды с воздухом, что приводит к увеличению в ней содержания кислорода (например, водосливы со столиком, с лопастным колесом, с вращающейся щеткой; наклонная рифленая плоскость с отверстиями и без них; решетчатые ступенчатые выступы) (рис. 6.34-6.36).

Простейшим устройством является аэрационный столик, который устанавливают в пруду в месте трубчатого водовыпуска. Вода из трубы, падая на столик, разбивается на множество мелких брызг. Пока они летят до поверхности воды, происходит их насыщение

воздухом. Более производительны дождевальные установки, вращающиеся распылители, используемые для полива сельскохозяйственных культур на приусадебных участках.

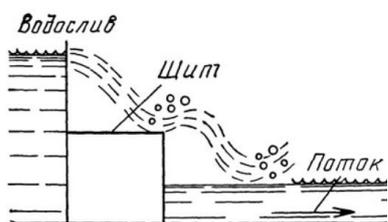


Рисунок 6.34 – Водослив со столиком

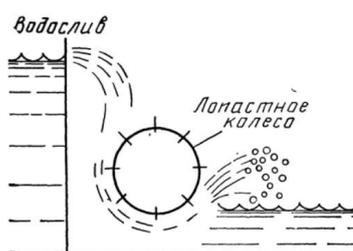


Рисунок 6.35 – Водослив с лопастным колесом

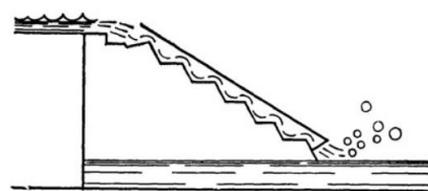


Рисунок 6.36 – Наклонная рифленая плоскость

Кинетические аэраторы находят применение и в замкнутых рыбоводных установках с небольшой плотностью посадки рыбы (2-10 кг/м³). Например, капельный биологический фильтр выполняет одновременно две задачи: очистку воды и насыщение ее кислородом воздуха. Перепад высот создается за счет циркуляционного насоса.

Механические аэраторы используются для аэрирования воды в прудах и бассейнах с низкой плотностью содержания рыбы. Рабочим органом механического аэратора служит колесо с лопастями или вращающиеся щетки, которые приводятся в движение каким-либо двигателем, чаще электродвигателем. Площадь контакта вода/воздух увеличивается за счет разбрызгивания воды над поверхностью и перемешивания воды (например, вертикальные и горизонтальные барабаны; пропеллерные и ковшовые аэраторы).

Механический аэратор «Ерш» с горизонтальным барабаном представлен на рис. 6.37. Производительность этого агрегата по кислороду составляет 12 кг O₂/ч при условии нулевой исходной концентрации кислорода в воде.



Рисунок 6.37 – Механический аэратор «Ерш» с горизонтальным барабаном

Пропеллерный аэратор «Винт» (абсолютную производительность по кислороду 7,2 кг/ч) представлен на рис. 6.38. Оба аэратора предназначены для водоемов площадью до 100 га, глубиной не менее 1 м. Ротор установлен на небольшой глубине. Вращение ротора создает движение на поверхности воды, в результате чего контакт ее с воздухом увеличивается.

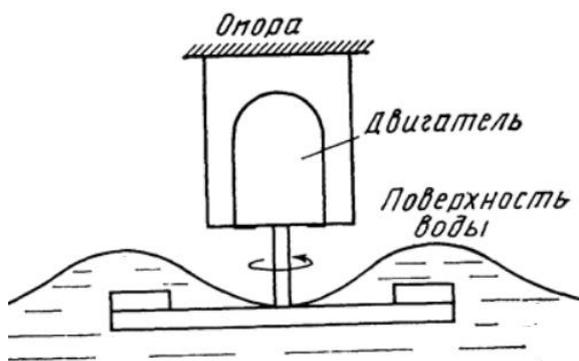


Рисунок 6.38 – Схема и внешний вид механического пропеллерного аэратора «Винт»

Пневматические аэраторы (диффузионные, пузырьчатые) широко используются в рыбоводстве, особенно для аэрации воды в небольших рыбоводных установках и аквариумах. Принцип действия пневматического аэратора заключается в распылении пузырьков воздуха в толще воды, за счет чего создается развитая поверхность контакта вода/воздух и осуществляется перемешивание воды.

К пневматическим аэраторам относятся пористые и перфорированные трубы, дисковые, барботажные, аэродинамические пушки и эрлифты.

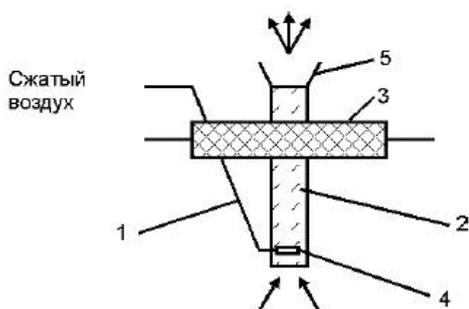
Образование мелких пузырьков с помощью перфорированных труб применяется повсеместно. Отверстия в трубах выполняются диаметром 1-5мм, что позволяет избежать зарастания отверстий, так как сжатый воздух срывает биопленку на краях. Перфорированные трубы укладываются в бассейны в качестве как штатных, так и аварийных аэраторов.

В дисковых аэраторах подача воздуха происходит с помощью мембраны, воздух проходит через перфорированный материал, при этом образуется множество пузырьков малого диаметра, которые поднимаются к поверхности воды (рис. 6.39).



Рисунок 6.39 – Дисковые аэраторы

Для аэрации прудов площадью до 5 га и глубиной до 4 м разработан пневматический аэратор-эрлифт «Лотос» (рис. 6.40). Эффект насыщения воды кислородом достигается следующим образом: образуемая в трубе водовоздушная смесь движется вертикально вверх. Лопаточный завихритель потока придает смеси вращательное движение, благодаря которому поток разбрызгивается на капли.



1 - шланг для воздуха, 2 – труба, 3 – поплавок, 4 - распылитель воздуха, 5 - лопаточный завихритель потока

Рисунок 6.40 – Устройство аэратора-эрлифта «Лотос»

Гидромеханические аэраторы работают с образованием потока жидкости, в который засасывается или подается под давлением атмосферный воздух.

К гидромеханическим относятся следующие аэраторы:

1. Вихревые.
2. Многосопловые.
3. Сопло «Вентури».
4. Диафрагмовые.

5. Потокообразователи.
6. Кавитационные.
7. Волновые.

Наиболее характерной деталью гидромеханических аэраторов является эжектор (рис. 6.41), который состоит из патрубка подачи воды под давлением, сопла, патрубка для подачи воздуха, камеры смешения. Поток воды, сжимаемый соплом, расширяется в камере смешения с образованием зоны пониженного давления. Благодаря пониженному давлению в камеру смешения подсасывается воздух (или подается под давлением), который смешивается с водой. В зоне смешивания создается сильная турбулентность, благодаря которой происходит мгновенное поглощение кислорода.

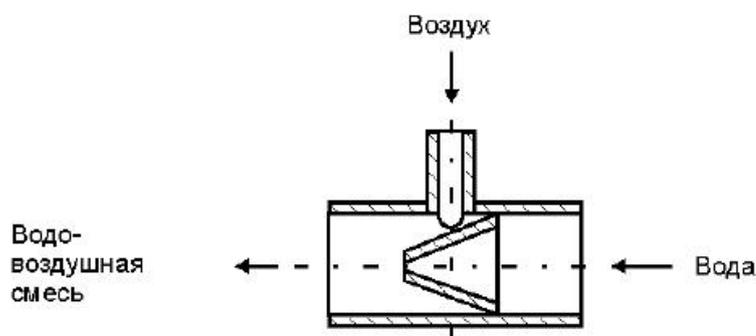
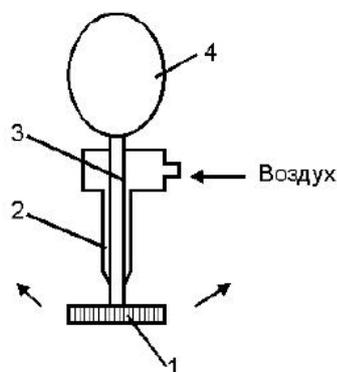


Рисунок 6.41 – Эжектор гидромеханических аэраторов

Для аэрации небольших прудов и бассейнов с низкой плотностью содержания рыбы применяется кавитационный гидромеханический аэратор С-16 (рис. 6.42).



1 - ротор с зубцами, 2 – кожух, 3 – вал, 4 - электродвигатель

Рисунок 6.42 – Устройство аэатора «С-16»

Рабочим органом аэратора служит ротор 1, на котором по периферии выполнены зубья. Воздух подводится к ротору по кожуху 2. Ротор насажен на вал 3, приводимый во вращательное движение электродвигателем 4. При вращении периферии ротора со скоростью 12-20 м/с в основании каждого зуба ротора создается вакуум, в результате чего в воду подсасывается воздух. В связи с высокой скоростью вращения ротора на концах его зубьев происходит кавитация, то есть образование в воде пульсирующих пузырьков, которые обогащают воду кислородом. Производительность аэратора С-16 по кислороду, при нулевом его содержании в исходной воде составляет 1,9 кг/ч. Глубина погружения ротора не более 1 м, аэратор С-16 предназначен для крепления на бортах бассейнов и лотков. При использовании аэратора С-16 в прудах, его устанавливают на понтонах (аэрационная установка ИФВ).

Пневмогидравлический U-образный аэратор представляет собой устройство, повышающее эффективность аэрации с помощью сжатого воздуха.

Аэратор представляет собой U-образную трубу, через которую протекает вода (рис. 6.43). На входном конце трубы размещается диффузор, через который распыляется сжатый воздух. Расход воды по трубе регулируется таким образом, чтобы она была выше скорости подъема пузырьков в стоячей воде. Вода увлекает пузырьки воздуха, удлиняя их путь в воде и, соответственно, эффективность использования сжатого воздуха. Опасность использования аэратора такого типа заключается в том, что с увеличением глубины трубы увеличивается пересыщение воды азотом воздуха, так как давление в нижней части трубы значительно отличается от атмосферного.

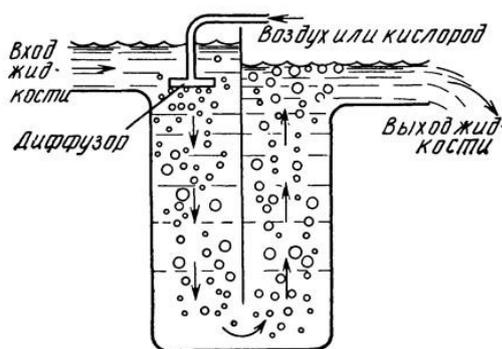


Рисунок 6.43 – Схема U-образного аэратора

Оксигенаторы

Оксигенаторы – это приборы для пересыщения воды чистым кислородом (насыщенность кислородом свыше 100 %).

Известно, что воздух является смесью газов, в которой содержится 21 % кислорода. Если применить вместо воздуха технический кислород, в котором содержится около 95 % кислорода, то равновесное насыщение воды вырастет в 4,5 раза.

Кроме того если попытки получить пересыщение воды кислородом при использовании сжатого воздуха ведут к опасному пересыщению воды азотом, то использование чистого кислорода позволяет выполнить эту задачу без ущерба для рыбы.

Особенностью оксигенации является необходимость удалять углекислый газ из воды перед сверхнасыщением воды кислородом. Этот процесс осуществляется после биофльтрации. Воду необходимо очистить от летучих компонентов перед ее поступлением в аппарат оксигенации. Предварительная фильтрация газообразных продуктов поднимает концентрацию растворенного кислорода до 90 % уровня насыщения. Состояния сверхнасыщения растворенного кислорода необходимо достигать непосредственно перед поступлением воды в емкость культивирования. При этом вода должна быть изолирована от атмосферного воздуха.

В рыбоводстве чаще всего используется три источника кислорода:

- 1) кислородная смесь под высоким давлением,
- 2) генерация кислорода на месте,
- 3) сжиженный кислород.

На аварийный случай в рыбных хозяйствах должно быть предусмотрено, по крайней мере, два источника его получения.

1) кислородная смесь под высоким давлением (жидкий кислород) – кислородные баллоны вследствие своей дороговизны и ограниченной вместимости используются только в качестве запасного средства, на крайний случай.

2) также кислород можно генерировать на месте, используя молекулярный микрофильтр. Для продукции смеси, содержащей 85-95% кислорода, требуется источник сухого, отфильтрованного воздуха, подаваемого под давлением 6,0-10,0 атмосфер. Такое оборудование работает периодически и включаются только по необходимости. Они очень надежны и не требуют большого ухода. Тем не менее, данное оборудование имеет высокую стоимость, равно и как его работа, что связано с необходимостью подачи воздуха под высоким давлением. Кроме того, так как кислородные генераторы нуждаются в электричестве (1,1 кВт на 1 кг O₂), на случай его отключения необходим запасной источник чистого кислорода.

3) жидкий кислород 98-99 % чистоты может транспортироваться и храниться в специальных контейнерах (типа сосуда Дьюара). При 1 атмосфере жидкий кислород

вскипает при температуре минус 182,96 °С, поэтому требуется специальный криогенный контейнер для хранения. Перед использованием жидкий кислород испаряется непосредственно через теплообменники.

Система хранения жидкого кислорода состоит из емкости для хранения, теплообменника-газификатора и регулятора давления.

Оборудование для хранения и подачи жидкого кислорода очень надежно и работает даже при отключении электричества. Проблемы наблюдаются при его использовании в качестве запасного варианта на случай отключения электричества, когда хранимого объема газа оказывается недостаточно. Кислорода должно быть достаточно, по крайней мере, на 30 дней эксплуатации. В аварийной ситуации необходимо снизить количество вносимого корма, что уменьшит кислородные запросы рыб в течение следующих 24 ч.

Оборудование для оксигенации делят на 2 типа:

- по переносу кислорода в непрерывной жидкой фазе (пузырьки в воде) – это U-образные трубы, кислородные конусы (насыщение в нисходящем водном потоке), кислородный аспиратор, распылители,

- по переносу кислорода в непрерывной газовой фазе (вода капает в воздухе) – это многоуровневые низконапорные оксигенаторы, упакованные или распыляющие колонны, колонны под давлением, закрытые механические поверхностные смесители.

Многоуровневый низконапорный оксигенатор состоит из распределительной пластины, находящейся над несколькими (5-10) прямоугольными камерами (рис. 6.44). Вода течет через распределительную пластину, а затем падает через прямоугольные камеры. Камеры обеспечивают поверхность на границе раздела фаз, необходимую для смешивания и переноса газа. Нисходящий поток собирается на дне каждой камеры и покидает их. Весь чистый кислород вводится во внешнюю или первую прямоугольную камеру.

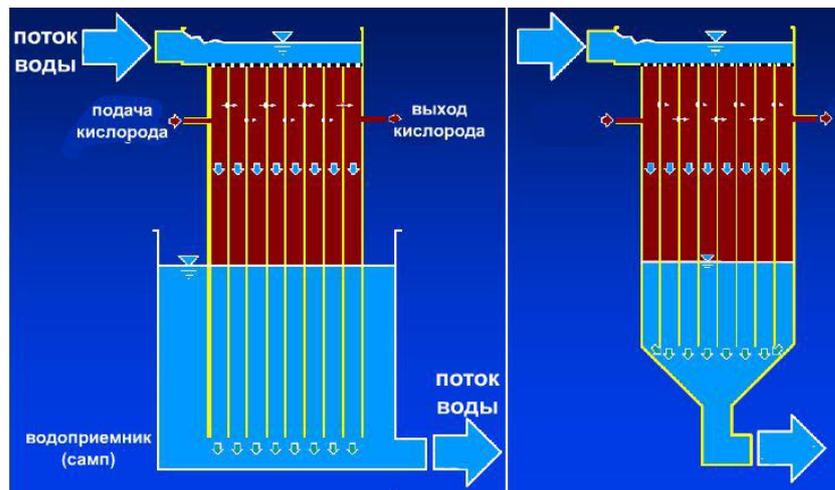


Рисунок 6.44 – Многоуровневые низконапорные оксигенаторы (справа конструкция с коническим дном для снижения скопления осадка)

U-образная труба для аэрации (или оксигенатор шахтного типа) функционирует по принципу повышения давления газа, что приводит к возрастанию растворения кислорода. Она состоит из двух трубок в вертикальной шахте глубиной 9-45 м (рис. 6.45). Газообразный кислород подается в верхний конец перевернутой U-образной трубы, по которой вниз к изгибу спускается смесь воды с газом. Эффективность растворения кислорода определяется высотой U-трубы, скоростью подачи газа и водного потока, глубиной диффузора и концентрацией поступающего кислорода. Концентрация растворенного кислорода варьирует от 20 до 40 мг/л, однако эффективность его переноса составляет всего 30-50 %. Установка узла вторичного использования отработанного газа повышает эффективность переноса до 55-80 %.

У U-образной трубы имеется два преимущества, одно из которых заключается в низком гидравлическом напоре, что при наличии достаточной высоты жидкости исключает необходимость во внешнем источнике электропитания. Данный тип оксигенатора может использовать воду, содержащую большое количество загрязнений.

Его единственным недостатком является плохая экстракция углекислого газа и азота, а также высокая стоимость строительства. Вода движется со скоростью 1,8-3 м/с и увлекает за собой пузырьки кислорода.

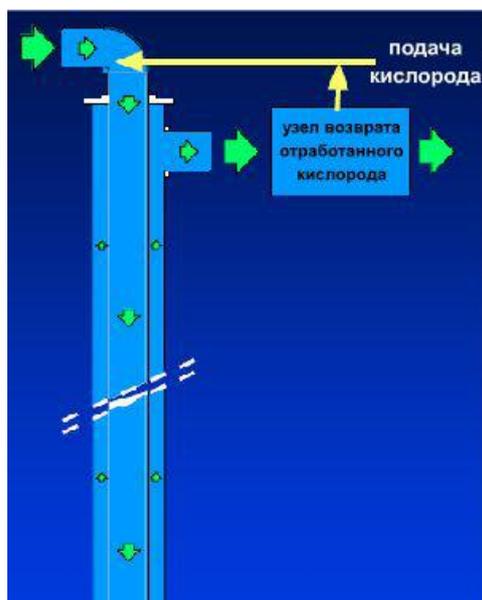


Рисунок 6.45 – U-образная труба для аэрации (оксигенатор шахтного типа)

Кислородные или оксигенационные конусы состоят из конусовидного цилиндра или серии труб с постепенно увеличивающимся диаметром. Вода и кислород входят в верхнюю часть конуса, направляются вниз к выходному патрубку. С возрастанием диаметра конуса по ходу вниз, скорость воды снижается, вплоть до момента, когда она становится равна скорости всплытия пузырьков кислорода. Таким образом, пузырьки находятся во взвешенном состоянии и постепенно растворяются в воде (рис. 6.46).

Эффективность данного процесса определяется скоростью поступления воды и кислорода, концентрацией вводимого кислорода, геометрией конуса и создаваемым давлением. Эффективность абсорбции варьирует от 95 до 100 % с концентрацией на выходе 30-90 мг/л. Коммерческие модели рассчитаны на растворение 0,2-4,9 кг кислорода в литре при скорости водного потока 170-2300 л/мин. Стоит отметить, что кислородные конусы плохо удаляют азот из воды.

Особенное значение насыщение кислородом воды имеет при инкубации икры. Особенностью условий обитания икры в толще воды в естественных водоемах является то, что в результате фотосинтезирующей деятельности водной растительности содержание кислорода в воде поднимается в дневное время значительно выше уровня равновесного насыщения, иногда до 300 %. Это является нормой для инкубирования икры карпа. Снижение уровня насыщения воды кислородом даже до 70 % от равновесного насыщения для инкубируемой икры карпа становится летальным.



Рисунок 6.46 – Схема работы и внешний вид кислородного конуса

Инкубирование икры при 100 % насыщении воды дает результаты ниже, чем при насыщении воды до 300 % и более. На стадии инкубации при пересыщении воды кислородом снижается отход икры карпа, а на последующих стадиях развития личинки обладают более высокой жизнестойкостью и скоростью роста. Оксигенация воды техническим кислородом при инкубации икры карпа повышает эффективность рыбоводства.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем отличается вне заводской и заводской метод инкубирования икры.
2. Какова конструкция аппарата Вильямсона для инкубации икры.
3. Что называют «кормовым пятном».
4. Какие конструкционные элементы характерны для всех плавучих кормораздатчиков.
5. Преимущества струйного кормораздатчика.
6. От какого рода загрязнений очищают фильтры механической и биологической очистки воды.
7. Преимущества барабанных фильтров.
8. Какими бактериями происходит преобразование аммония в воде.
9. Классификация и примеры аэраторов и оксигенаторов.

Рекомендуемая литература: [1-7, 9, 10, 12, 13].

Тема 7. Технические средства рыбопитомников для выращивания молоди рыб

7.1 Описание и состав сооружений рыбопитомников, техническая характеристика и требования к сооружениям.

7.2 Орудия для облавливания рыбы в озерах и водоемах (закидные невода, мягкие драги, ограждающие сети и ловушки на спускных каналах).

7.1 Рыбопитомники занимаются выращиванием и реализацией только рыбопосадочного материала: личинок, мальков, сеголетков, годовиков, а также двух- и трехлетков для племенных целей.

В частности рыбопитомники функционируют для выпуска в водоемы рыбохозяйственного значения личинок рыб.

В связи с тем, что многие рыбопитомники проводят весь комплекс работ, связанных с искусственным воспроизводством рыб (отлов, заготовка, транспортировка и выдерживание производителей; сбор и инкубация икры; выдерживание и подращивание личинок; реализация рыбопосадочного материала), в состав технических средств рыбопитомников входит широкий круг оборудования:

- водные и наземные транспортные средства (судна, лодки, автомобили),
- орудия лова,
- насосы,
- бассейны, садки, пруды,
- системы очистки воды,
- инкубационные установки (рис. 7.1),
- кормовой склад,
- устройства для сортировки (рис. 7.2), погрузки и продажи.



Рисунок 7.1 – Инкубационные установки Тобольского регионального рыбопитомника



Рисунок 7.2 – Устройства для сортировки мальков (ящик слева, машина справа)

Выращивание рыбопосадочного материала производится в выростных прудах. Во время выращивания рыбу кормят специализированными и лечебно-профилактическими кормами для сеголеток, производят противоэпизоотические и санитарно-профилактические мероприятия для поддержания благоприятного гидрохимического режима и устранения инфекционного начала. В конце сентября сеголеток пересаживают в зимовальные пруды для дальнейшей зимовки.

Озера, приспособляемые под рыбопитомники, должны быть небольшой площади с глубиной 1,5-2 м и полностью облавливаемые.

7.2 Орудия для облавливания рыбы в озерах и водоемах

Выбор орудий лова и способов их применения зависит от категории водоема, состояния его ложа, рельефа дна и видов облавливаемых рыб. В связи с этим водоемы комплексного назначения условно можно разделить на три категории.

I. Водоемы полностью спускные, в этом случае основной вылов рыбы будет осуществляться через рыбоуловитель, установленный в сбросном канале. Сброс воды и концентрация рыбы в рыбоуловителе регулируются шандорами и решетками.

II. Водоемы полуспускные, когда часть объема воды постоянно остается в водоеме. В этом случае вылов будет осуществляться как через рыбоуловитель, так и различными активными и пассивными орудиями лова в зависимости от состояния ложа водоема и рельефа его дна.

III. Водоемы неспускные. В них поддерживается примерно постоянный уровень воды. В этом случае вылов рыбы осуществляется различными орудиями лова (закидные невода, тягловые сети, бредни, волокуши, тралы и др.).

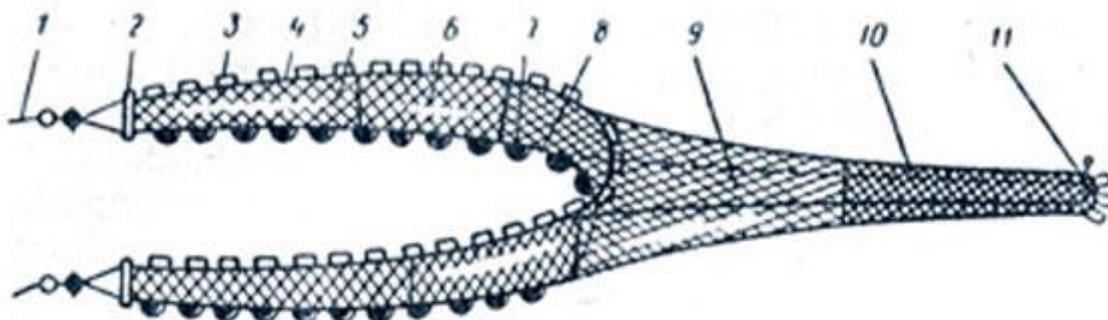
Если в прудах имеются рыбы ценных пород разных возрастов, в том числе и молодь, то, во избежание прилова молоди, необходимо применить крупно-ячейные орудия лова. При необходимости же отлова молоди, например для пересадки ее в другие водоемы, следует применять мелкочейные орудия лова.

Если невозможно спустить пруд, рыбу из него вылавливают неводами, сетями, различными ловушками и т. п. Умелое применение невода обеспечивает вылов из прудов до 70—80 % выращенной рыбы. Невод должен быть примерно в 1,5 раза длиннее самой широкой части облавливаемого пруда и в 1,6—1,7 раза выше самой глубокой его части. В последних заметах невода иногда применяют подгон рыбы хлорной известью. Он заключается в том, что в лодку ставят бочку с хлорной известью, которую посредством широкого рукава или шланга, спущенного с кормы в воду, высыпают в пруд. При медленном движении лодки известь ровным слоем распределяется на дне, выделяющийся хлор заставляет рыбу отходить в сторону чистой воды. Перед хлорированием в начале и конце обрабатываемого участка ставят сети, в которые и попадает не успевшая уйти рыба. После обработки одного участка сети, поставленные в начале его, переносят на второй участок, а вторые оставляют на месте. У самого конца пруда, куда сгоняется основная масса рыбы, ее вылавливают неводом. Работать с хлорной известью необходимо с соблюдением мер безопасности в закрытой одежде, перчатках или рукавицах и защитных очках.

Невод — орудие лова, отцеживающее рыбу. Невод представляет собой длинную сетную стенку, высота которой несколько превышает глубину водоема в местах лова. В

середине сетной стенки вшивают мотню — мешкообразную сеть, в которую собирается пойманная рыба (рис. 7.3).

Концы крыльев прикрепляют к деревянным палкам 2 (клячам), а к ним прикрепляют веревки 1 (урезы), за которые тянут невод.



1 – урез, 2 – кляч, 3 – наплав, 4 – верхняя подбора, 5 – крыло, 6 – привод, 7 – грузило, 8 – нижняя подбора, 9 – мотня, 10 – куток, 11 – гайтан

Рисунок 7.3 – Донный невод

Бредень — отцеживающее орудие лова, применяемое в озерно-речном рыболовстве и особенно часто в прудовом хозяйстве для отлова рыбы осенью на заранее подготовленных тоневых участках. Бредень представляет собой стенку сетного полотна длиной от 10 до 100 м, высотой (в зависимости от глубины пруда) обычно 2-3 м. В отличие от невода бредень не имеет или имеет небольшую мотню (рис. 7.4). Отсутствие мотни уменьшает травматизацию вылавливаемой рыбы, но уловистость бредня при этом уменьшается.



Рисунок 7.4 – Бредень

Мальков из нерестового пруда вылавливают марлевым или сделанным из конгресс-канвы бреднем. Из бредня мальков осторожно стряхивают или смывают током воды в тазы, широкодонные ведра, ванны, марлевые плавучие садки и т.п. Выловленных мальков по мере их накопления (500—1000 шт.) отправляют в мальковые пруды или другие водоемы. Пруд после отлова основной массы мальков спускают, а оставшихся мальков вылавливают плоскими марлевыми сачками из рыбосборных канав.

В ряде случаев рыбу ловят «на прикорм». Для этого на тоневом участке рыбу за 10-15 дней до лова ежедневно начинают подкармливать в одно и то же время. После того как рыба привыкает к кормовым местам и скапливается в часы кормления, ее без особого труда вылавливают неводом. Лов рыбы начинают не позднее чем через 1 ч (лучше через 0,5 ч) после раздачи корма, так как через 1-1,5 ч после поедания корма она обычно отходит от мест кормления.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислить состав технических средств рыбоводников, их назначение.
2. Перечислить виды орудий лова рыбы в зависимости от вида водоема (полностью спускные, полуспускные, неспускные).
3. Описать конструкцию невода.

Рекомендуемая литература: [1-7, 9, 10, 12, 13].

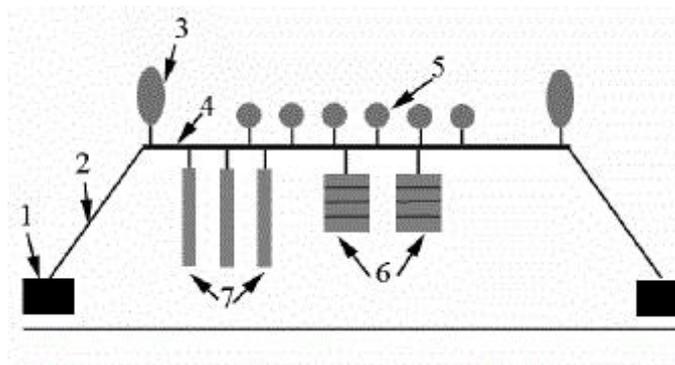
Тема 8. Технические средства для выращивания моллюсков, ракообразных, микроводорослей, водорослей – макрофитов

8.1 Морские сооружения для выращивания мидий и устриц.

8.2 Технические средства для разведения раков, креветок, микроводорослей и живых кормов, коловороток.

8.1 Морские сооружения для выращивания мидий и устриц

Схема мидийно-устричного носителя представлена на рис. 8.1.



1- якорь (бетонный массив); 2 – боковая оттяжка; 3 – головной буй; 4 – хребтина; 5 – промежуточный буй; 6 – устричные садки; 7 – сетные рукава с мидиями

Рисунок 8.1 – Схема мидийно-устричного носителя

1. *Хребтина* является центральным узлом и основой носителя; к ней крепятся все остальные узлы. На хребтину навешиваются приспособления с моллюсками (коллекторы, рукава, садки), то есть весь урожай, поэтому хребтина должна быть достаточно прочной, а ее положение в пространстве - устойчивым.

Обычно хребтины изготавливают из каната, как правило, сделанного из капрона (нейлона), либо из полипропилена, а в последнее время используют синтетические комбинированные канаты, изготовленные из синтетических (полиэтилен, полипропилен) и стальных нитей.

Длина хребтины 100, реже 200 м. На обоих концах хребтины делаются своеобразные петли, называемые огонами.

Одна из основных характеристик каната – его толщина, она характеризуется диаметром каната и измеряется при помощи штангенциркуля. Среди других технических свойств канатов можно указать: прочность, растяжимость и др.

Так, во Франции хребтины обычно делали из плетеных полипропиленовых канатов, сплетенных из четырех, либо восьми прядей (жгутов). Диаметр таких канатов равнялся 40, либо 50 мм; цвет: предпочтительнее черный, так как черные канаты наиболее устойчивы к воздействию ультрафиолета. Синтетические канаты хорошо сохраняются в морской воде, но быстро разрушаются на воздухе под прямым солнечным освещением. Существенным недостатком неметаллических канатов является их «ползучесть», проявляющаяся в увеличении длины под воздействием нагрузки.

Однако практика показала, что на тонких канатах не удерживаются на постоянных местах подвешенные самозатягивающимися узлами коллекторы, рукава и наплава. Оптимальными оказались канаты диаметром 30-32 мм: они еще не слишком громоздкие,

но на них уже надежно фиксируются подвязанные устройства. Здесь не лишним будет напоминание о внимательном обращении с комбинированными канатами: их нельзя скоблить, нельзя допускать их трения о дно, о буи и технические сооружения.

Комбинированными являются такие канаты как: Нептун, Альбатрос, Тайфун, Геркулес. Самым оптимальным канатом по гибкости и прочности среди перечисленных канатов является Альбатрос, Нептун - самый гибкий, Геркулес - самый жесткий.

2. *Наплава* (буи, кухтыли, поплавки) обеспечивают плавучесть носителя и удерживают выращиваемых моллюсков в толще воды, где они омываются течением, приносящим корм, кислород и уносящим продукты распада.

Наплава изготавливаются из металла, либо из пластических материалов, например из полиэтилена высокого давления (высокой плотности).

Обычно металлические буи делают большого объема до 500-1200 л и применяют их там, где требуется большая несущая способность, например в качестве головных, т. е. концевых буюв, удерживающих тяжелые якорные цепи. В иных случаях отдают предпочтение пластиковым наплавам. Основные недостатки металлических буюв: большая масса, способствующая возникновению повышенных динамических (ударных) нагрузок на носитель и подверженность коррозии.

Очень важно не допускать образование пар разных металлов или сплавов, вызывающих в морской воде электрохимическую коррозию. Например, если металлический буй будет присоединен к цепи или к хребтине скобой из нержавеющей стали, то это вызовет ускоренное разрушение буюа. Нельзя сочетать стальные детали с медными, или с алюминиевыми, или с нержавеющими. Например, на стальном тросе делают огон и закрепляют его с помощью медной или алюминиевой трубки. В первом случае в морской воде разрушится трос, а во втором – трубка, а, следовательно, и сам огон.

Пластиковые буи не подвержены электрохимической коррозии, но они становятся ломкими и разрушаются под воздействием ультрафиолетовых лучей. Качественный буй можно изготовить только из нового сырья (без использования в качестве сырья изделий б/у). Кроме этого, для защиты от УФ-лучей применяют специальный наполнитель на основе сажи (carbon-black). Поэтому, перед приобретением буюв, рекомендуется изучить техническую документацию на данные изделия. Стойкие к воздействию ультрафиолета пластиковые наплава имеют черный цвет.

Прочность пластикового буюа зависит от толщины стенки, а также от его формы и конструктивных особенностей. Принято считать, что минимально допустимая толщина стенки равна 8-10 мм. Растущий на носителе урожай мидий, иногда затягивает хребтину с наплавами на глубину, где они сплющиваются и ломаются под воздействием возросшего

внешнего давления. При этом наиболее прочными оказываются шарообразные наплава, а наименее – вытянутые. К сожалению, нельзя во всех случаях использовать шарообразные буй, потому что на поверхности они по своим гидродинамическим свойствам уступают вытянутым.

Прочность буй можно существенно увеличить, заполнив его объем пенополиуретаном. Конечно, при этом увеличивается его вес и снижается несущая способность. Альтернативное решение: закачивание воздуха в буй, снабженный ниппелем.

Эти буй имеют, так называемую, «гидродинамическую» (овальную) форму, смягчающую удары волн (рис. 8.2).



Рисунок 8.2 – Пластиковые буй для мидийных и устричных носителей

«Узким местом» как металлического, так и пластикового буй является его рым, то есть скоба, за которую его прикрепляют к носителю. Если соединение осуществляется с помощью такелажной скобы, то это приводит к перетиранию рыма пальцем скобы. Поэтому рым металлического буй делают из твердой стали, а в пластиковых буйх в отверстия рымов вставляют втулки из твердой пластмассы.

3. *Якоря* для постановки мидийно-устричных носителей могут быть металлическими или железобетонными, называемыми «массивами».

Бетонные якоря (массивы) в мировой марикультуре получили очень широкое распространение (рис. 8.3). Основными параметрами массива являются его вес, удерживающая способность и надежный рым. Согласно европейскому опыту выращивания мидий в незащищенных акваториях, для надежного удержания носителей необходимо использовать массивы массой минимум 5 т. При постановке поверхностных носителей в бухтах, заливах, лагунах используют массивы весом 3 т и меньше.

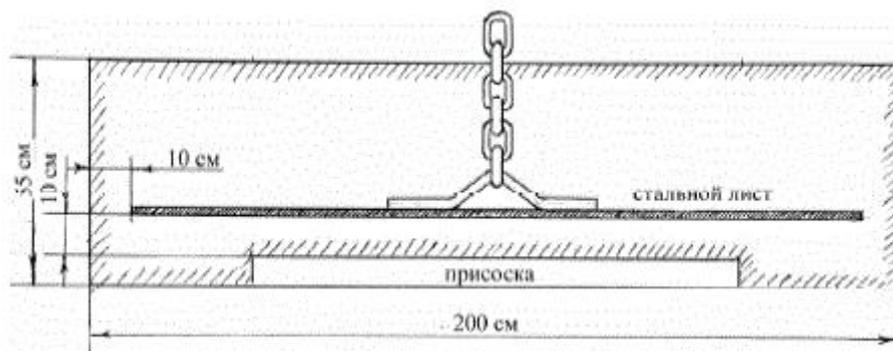


Рисунок 8.3 – Конструкция бетонного якоря (массива)

Удерживающая способность массива зависит от его формы. Массив не делают кубическим, потому что в этом случае он плохо сцепливается с дном, во-вторых, может опрокинуться, если усилие, прилагаемое к рыму, будет достаточно велико. Поэтому массивы изготавливают уплощенной формы. С нижней стороны массива делают присоску. Для этого перед заливкой формы на ее дно кладут квадрат из пенопласта толщиной 5 см. Затем, после подъема массива, пенопласт извлекают ломиком. После постановки массива на дно, желательно, чтобы водолаз его прикопал грунтом. В этом случае вертикальные стенки массива делают с некоторым наклоном, т.е. массив должен расширяться книзу. Надлежащее внимание нужно уделить изготовлению рыма. Он должен быть надежно закреплен в бетоне и не изнашиваться продолжительное время. Лучше предусмотреть постановку 2-3 рымов. Вместо рыма можно использовать кусок цепи.

Массив желательно утяжелить, вмонтировав в бетон металл. При этом концы металла должны располагаться по отношению к краю массива не ближе 5-10 см. После изготовления массива, его выдерживают на воздухе в течение недели, для завершения процесса схватывания бетона, после чего массивы грузят в море.

В местах с сильным течением массивы ползут при воздействии на них больших нагрузок, передаваемых от носителей, работающих как подводный парус. В этом случае за массивом вгоняют в грунт анкер (свайный якорь), который соединяется с массивом цепью.

4. *Оттяжки* предназначены для удержания носителя на месте, а также для амортизации рывков и предотвращения других динамических воздействий на носитель, негативно влияющих на сохранность урожая и сохранность самого носителя.

Оттяжки подразделяются на основные (или боковые) и промежуточные (или вертикальные). Основные оттяжки соединяют концы хребтины с основными якорями, передавая при этом хребтине растягивающие усилия. Схема механизма натяжения хребтины такова: длина боковых (основных) оттяжек втрое превышают глубину в местах положения огонов хребтины, поэтому оттяжки уходят под воду не вертикально, а под острым углом ко дну. Головной буй, привязанный к концу хребтины, тянет ее к

поверхности, а оттяжка тянет хребтину к якорю под углом ко дну. Если боковую оттяжку сделать вертикальной, тогда растягивающее усилие будет равным нулю. Именно поэтому длину оттяжки выбирают равной минимум трем глубинам. Можно сделать оттяжки и длиннее, что сделало бы ее работу эффективнее, но это увеличит стоимость носителя.

5. *Коллектора* – это устройства, применяемые для сбора спата и подращивания мидий до 10 – 30 мм. Дорощивание мидий до товарных размеров проводят в сетных рукавах или прямо на коллекторах.

В мидиеводстве используются самые разнообразные коллекторы, изготовленные из синтетических и натуральных материалов.

Новые синтетические коллектора (канаты, дели) должны пройти предварительную выдержку («вымокание») в морской воде в течение двух месяцев.

Основные требования к коллектору следующие:

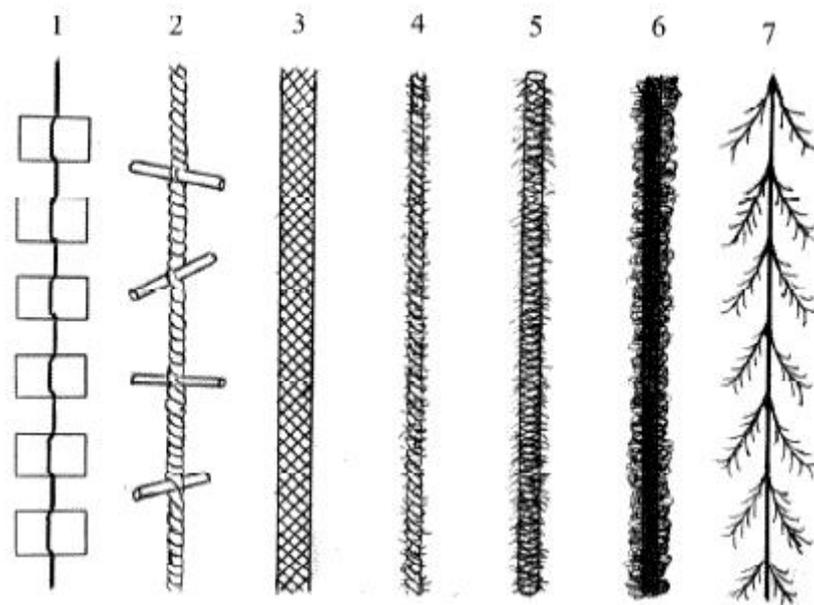
- на него хорошо должны оседать личинки мидий;
- осевшие мидии должны надежно удерживаться на коллекторе в процессе их роста;
- коллектор должен быть дешевым, прочным;
- быть высокоэффективным (компактным и с большой рабочей поверхностью), т.е. должен обеспечивать возможность получения на носителе высоких урожаев.

Наиболее распространенные коллекторы представлены на рис. 8.4.

Некоторые фирмы выпускают коллекторы в виде еловых веток, либо водорослей; в качестве коллекторов используют также «мохнатые» недорогие кокосовые канаты, которые широко применяют в Европе.

Наиболее часто коллекторы изготавливают из старых полипропиленовых и капроновых канатов разной толщины: от 8 до 100 мм. Из полипропиленовых веревок диаметром 18 мм плетут косички (коллектор «косичка») и т.д.

Длина коллектора обычно находится в пределах 4-8 м. Оптимальной считается длина 5-6 м. Действительно, слишком короткие коллекторы не позволяют обеспечить рентабельность, а слишком длинные – тяжелые по весу, поэтому с ними трудно работать.



1 – коллектор с пенопластовыми вставками; 2 – коллектор из каната с деревянными, либо пластиковыми вставками; 3 – полоса из сетной дели; 4 – кокосовый канат
5 – сетчатая трубка из ворсистой дели; 6 – веревка со слоем петель; 7 – коллектор «искусственная водоросль»

Рисунок 8.4 – Образцы коллекторов для сбора спата мидий

К нижней части выставляемого коллектора подвешивается груз весом 2-5 кг, который можно удалить после заселения коллектора мидиями. Однако, в местах с сильным течением (1-3 м/сек) вес груза берут в пределах 5-10 кг.

Расстояние между коллекторами зависит от скорости течения и прибойности в месте размещения мидийного носителя и варьирует в пределах 0,4 – 1,2 м. Мидии, подросшие на коллекторах до размеров 10-30 мм, называют молодью, посадочным материалом или спатом. Спат отделяют от коллекторов, сортируют его по размерам и засыпают в рукава, то есть в трубки из сетной дели.

Рукава предназначены для дорастивания спата до товарного размера.

Процесс выращивания при этом удается механизировать (отделение мидий от коллекторов, их промывка и сортировка на размерные группы с последующим заполнением рукавов).

Использование универсального рукава позволяет его использовать для заполнения мидиями разных размерных групп (рис. 8.5). Мелкие мидии задерживаются тонкими нитями и не выпадают из рукава. В дальнейшем, под водой, мидии активно двигаются,

раздвигают тонкие нити и выходят на наружную поверхность рукава, к которой прикрепляются биссусом.



Рисунок 8.5– Рукав с мидиями

Рукав с мидиями весит несколько десятков килограмм и на его подъем приходится затрачивать значительные усилия. В странах с развитым мидиеводством эту операцию механизмируют с помощью специальных транспортеров (рис. 8.6).



Рисунок 8.6 – Механизация процесса подъема коллекторов с мидиями

Если соединения всех перечисленных элементов выполняют за счет морских узлов, то канаты изнашиваются вблизи этих узлов. Гораздо долговечнее соединения с применением металлических деталей (рис. 8.7).

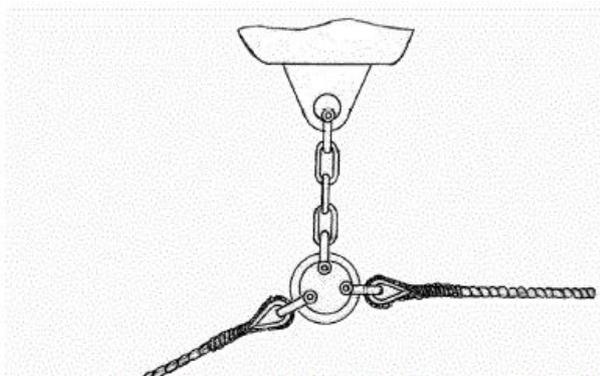


Рисунок 8.7 – Соединение хребтины, оттяжки и головного буя

Однако и в данном случае должны быть приняты меры, повышающие надежность работы данного звена. Например, между головным буюм и кольцом следует вмонтировать кусок цепи из трех звеньев, что продлит срок службы скоб и рыма. Вместо обычного кольца взять тройное кольцо. Кроме головного буя, к хребтине подвязывают промежуточные буи, объем которых обычно меньше объемов головных буюв. При постановке носителя подвязывается минимальное количество промежуточных наплавов, но достаточное для удержания хребтины в толще воды.

Конструкции мидийно-устричных носителей подразделяют на следующие типы: поверхностный, полупогружной, подповерхностный, донный (рис. 8.8).

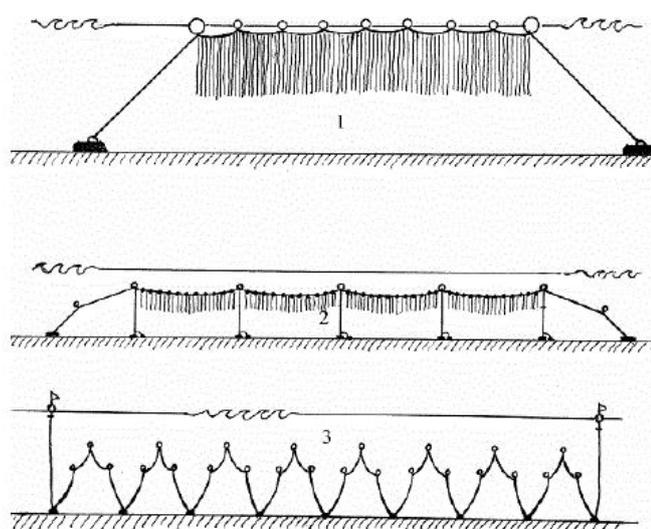


Рисунок 8.8 – Типы мидийно-устричных носителей: 1 - поверхностный, 2 - подповерхностный, 3 – донный.

Поверхностные носители, как наиболее простые и дешевые, широко используют для выращивания моллюсков только в защищенных от штормов акваториях (рис 8.9). Однако разработан и успешно эксплуатируется у открытых берегов штормоустойчивый вариант.

Конструкция такого сооружения исключает возникновение резких рывков и его быстрый износ. Это достигается за счет образования на хребтине серии провисаний в виде перевернутых арок, вследствие чего хребтина работает как пружина, удерживаемая концевыми оттяжками. Носитель устанавливается на защищенных, а также и на открытых акваториях с глубинами 10-20 м параллельно фронту волны (вдоль берега). При прохождении волн все элементы носителя одновременно плавно поднимаются и опускаются без стряхивания моллюсков на дно.

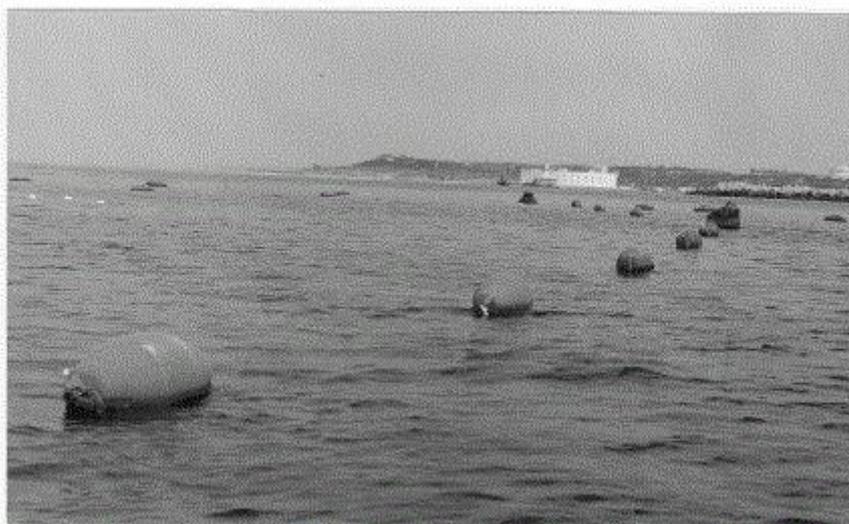


Рисунок 8.9 – Фрагмент мидийно-устричного поверхностного носителя

Носитель растягивают и удерживают на месте две боковые капроновые оттяжки диаметром 32 мм и длиной равной, как это принято в конструкциях носителей ярусного типа, трем глубинам в месте постановки. Оснащается носитель коллекторами для сбора спата; рукавами и коллекторами для подращивания мидий, а также устричными садками, если практикуют выращивание устриц. Якорная система состоит из двух бетонных блоков по 5 т. Вместо блоков можно использовать стальные трубы (анкеры). Применяются пластиковые наплава вытянутой формы, объемом 150 - 200 л (рис. 8.10). Коллекторы для сбора спата мидий изготавливают из полос старой траловой дели, шириной 15 – 20 см и длиной 6 м, либо обрывков каната.

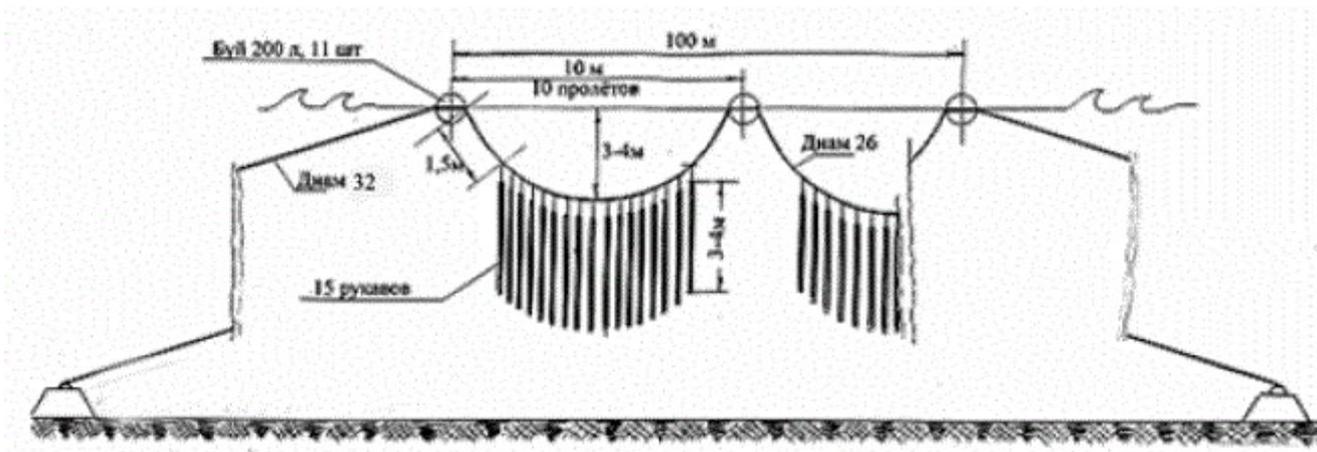


Рисунок 8.10 – Поверхностный мидийно-устричный носитель

Полупогруженный носитель

Принцип работы данного типа носителя диаметрально противоположен принципу, на котором базируется функционирование поверхностного носителя. Конструкция этого сооружения делается не гибкой, а довольно жесткой и ориентируется носитель вдоль движения волн, то есть перпендикулярно к берегу. Требование штормоустойчивости выполняется за счет жесткости конструкции, основу которой составляет комбинированный канат «Альбатрос», из которого изготавливают хребтину и боковые оттяжки (рис. 8.11). Оттяжки поддерживают основной несущий канат (хребтину) в напряженном состоянии и гасят рывки от ударов волн, в результате чего исключается феномен бегущей волны по хребтине и, следовательно, «эффект кнута». Наплава, в отличие от наплавов поверхностного носителя, устанавливаются вертикально, что снижает силу рывков от наплавов при прохождении волн вдоль хребтины.

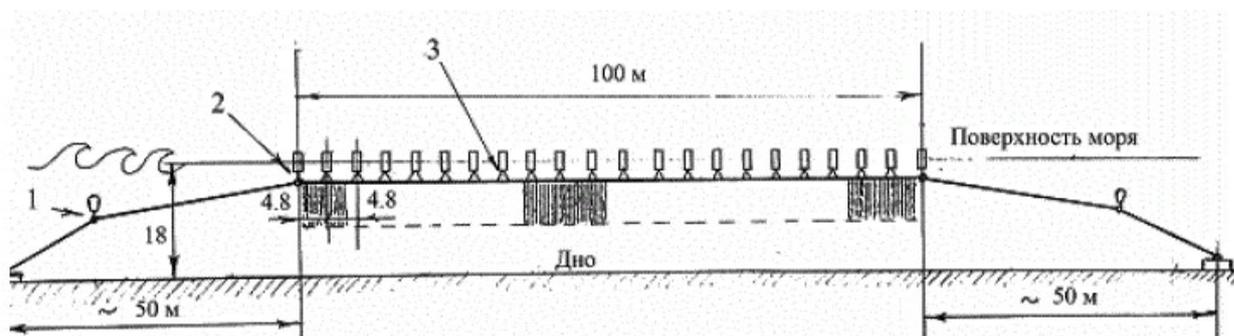


Рисунок 8.11 – Полупогруженный мидийно-устричный носитель

Сама же хребтина проходит, за счет длины поводков, на расстоянии 1,5-2 м от поверхности, что дополнительно уменьшает динамические нагрузки на хребтину. Носитель предназначен для сбора мидийного спата и подрачивания у открытого берега мидий и устриц до коммерческого размера в количестве 10 т мидий в год. Оптимальные

глубины акватории, предназначенной для постановки носителя: 12 – 15 м (при длине рукавов 5 м). Возможно использование и более глубоких акваторий; постановка и эксплуатация носителя осуществляется без участия водолазов.

Плавучесть носителя обеспечивают пластиковые наплава вытянутой формы в количестве 21 шт., из которых: два головных буя по 160-180 л и 19 буюв по 130 л (рис. 8.12). Буи снабжены ниппелями для подкачивания, что усиливает их сопротивляемость сдавливанию при затягивании на глубину. Возможно заполнение буя пенополиуретаном. К хребтине подвязаны сетные рукава для подращивания мидий, общим количеством 200 шт. и коллекторы для сбора спата мидий.



Рисунок 8.12 – Полупогруженные носители

Якорная система состоит из двух железобетонных блоков с присоской, массой по 5 т каждый.

Подповерхностный носитель является штормоустойчивым и предназначен для сбора мидийного спата и товарного выращивания мидий и устриц в незащищенных акваториях. Оптимальные глубины для постановки носителя 14 – 25 м. Ожидаемая урожайность: 18 т/год. Данный носитель полностью находится под водой, за исключением сигнальных буйков, поэтому он обладает максимальной штормоустойчивостью.

Кроме этого он не затрудняет прохождение маломерных судов, так как его хребтина проходит на расстоянии 5 м от поверхности (рис. 8.8). Его применение может быть рекомендовано в местах с частыми и сильными штормами, а также в зонах морского туризма, парусного спорта и т.д. Однако постановка и эксплуатация подповерхностных носителей представляет определенные сложности, а также участие опытной команды и специального судна. Поэтому эксплуатация громоздких подповерхностных носителей

целесообразна на фермах большой производительности (1000 т мидий в год и более). Тем не менее, использование данного носителя может значительно расширить зону, пригодную для организации мидийно-устричных хозяйств. Устанавливается носитель перпендикулярно к берегу (вдоль движения волн и перпендикулярно основному течению). Общее количество якорей - двенадцать: семь неподвижных (из которых два – концевые) и пять подвижных. Система наплавов состоит из основных плавучестей (5 шт.) объемом по 300 л, установленных в вершинах вертикальных оттяжек; промежуточных плавучестей объемом по 50-60 л, которые устанавливаются в пролетах между основными плавучестями. Крайние основные плавучести играют роль головных буюв. В каждом пролете размещается, при достижении мидиями максимального веса, по 25 промежуточных наплавов, привязанных на расстоянии 1,5 м друг от друга.

В структуру *донного носителя* не входит обычная плавающая хребтина, ни боковые и вертикальные оттяжки, а также тяжелые якорные массивы. Для его постановки и обслуживания не требуется участия плавкрана или сравнительно крупных судов. Организовывать ферму на основе донных носителей можно и на больших глубинах, до 50-60 м. Однако оптимальные глубины для этих носителей: 20-30 м. Если сократить высоту арок носителя, тогда появляется возможность эксплуатации акватории с меньшими глубинами, но при условии, что расстояние верхнего бую до поверхности моря будет не менее пяти метров. Донный мидийный носитель предназначен для подращивания мидий в открытом море, а также в защищенных бухтах. Максимальный вес урожая: 2,5 т. Если вместо рукавов с подращиваемыми мидиями, на носителе закрепить коллектора, тогда носитель можно использовать для сбора спата мидий.

Внешне носитель представляет собой синусоиду (или ряд арок), верхние части которой удерживаются в толще воды кухтылями, объемом по 11 л, а нижние части удерживаются на дне металлическими (балласты), либо бетонными грузами массой по 80-100 кг (рис. 8.13). По длине синусоид привязываются рукава с мидийным спатом, который дорращивается в рукавах до коммерческого размера. Носитель состоит из 20 арок, ширина арки у основания – 5 м, следовательно, общая длина носителя составляет 100 метров. Длина каната, образующего арку – 33 м, а всех арок – 660 м.

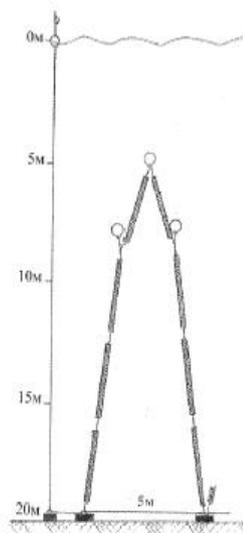


Рисунок 8.13 – Фрагмент донного носителя

Универсального типа носителя, так же как и универсальной технологии выращивания, оптимально пригодных для всех случаев не существует. При разработке проекта морского хозяйства анализируется каждая конкретная ситуация.

8.2 Технические средства для разведения раков

Разведение длинно- и широкопалого речных раков осуществляют двумя способами:

1) отловленных производителей высаживают в подготовленные спускные пруды площадью 0,1 га, имеющие мелководную и глубокую части. Влажные корма размещают на деревянных лотках (40x40 см), раки также питаются сухими кормовыми гранулами.

При прудовом способе разведения раков личинки вылупляются в мае-июне. За одно лето раки достигают возраста сеголеток массой 7-10 г, которых оставляют в этом пруду на зимовку, если пруд глубиной более 1,5 м, или пересаживают в другие пруды. Следующей весной годовиков отлавливают и пересаживают в нагульные пруды с меньшей плотностью посадки. В конце второго или на третьем году жизни раки достигают товарной массы (40-60 г) при длине 9-10 см.

Имеется опыт получения потомства в аквариумах или небольших лотках, однако на сегодняшний день этот способ считается довольно сложным и малоэффективным.

Зимой раки уходят на глубину и зарываются в ил, где им комфортно, и имеется достаточное количество пищи. В зимний период, как известно, кислорода в воде недостаточно, некоторые рыбы задыхаются, падают на дно и становятся добычей раков, которые даже в условиях пониженной температуры не прекращают активно питаться.

Отлавливают раков специальными удочками, рачевнями (раколовками) и мережками с середины лета и до поздней осени (рис. 8.14, 8.15).

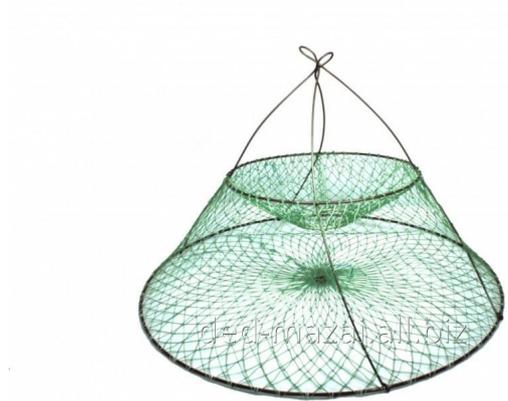


Рисунок 8.14 – Рачевня

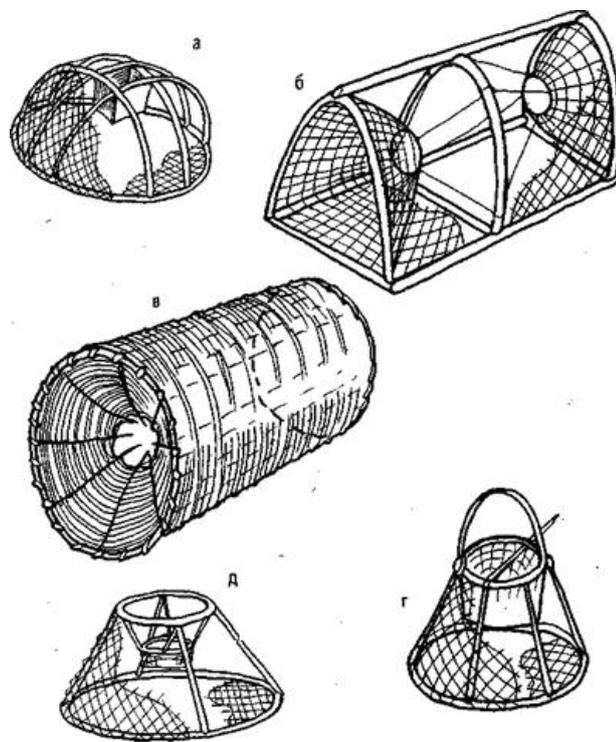


Рисунок 8.15 – Разные типы рачьих мережей:

а — купольная мережа; б — полуцилиндрическая мережа; в — мережа из прутьев и деревянных планок; г — конусная мережа с круглым дном (прутик для крепления приманки; «воротничок» из бересты, жести, пластика и т. д.); д — вариант конусной мережи с удобной конструкцией горловины

Для того, чтобы пойманные раки лучше сохранялись и не нападали друг на друга, их надо подкармливать крапивой, ольховыми листьями, картофелем и другой растительностью. Свежую рыбу давать не рекомендуется, так как раки при этом устраивают потасовки, во время которых теряют клешни и ноги, а значит, товарный вид.

2) по второй технологии выращивания раков используют инкубатор (инкубационные стойки с аппаратами Вейса), маточные и выростные пруды. В один аппарат Вейса вместимостью 8 л загружают 12-15 тыс. личинок.

Технические средства для выращивания пресноводных креветок

Для выращивания пресноводных креветок, в том числе гигантской пресноводной (*Macrobrachium rosenbergii*), подходят мелководные сбросные водоемы (пруды) на юге России с продолжительным (до сентября) вегетационным периодом.

Наиболее стабильные результаты дает метод «зеленой воды». При этом способе часть воды в емкости с личинками регулярно заменяется «зеленой водой» с высоким содержанием фитопланктона (около 1 млн. клеток на 1 л), состоящего в основном из зеленых водорослей, в частности морской хлореллы. Чтобы вызвать цветение воды, ее удобряют суперфосфатом, мочевиной и др. Использование «зеленой воды» позволяет улучшить качество воды за счет быстрого поглощения водорослями аммония, даже если он присутствует в опасных для личинки концентрациях (0,6 мг/л). Главная функция «зеленой воды» — очистка от вредных веществ, если эту очистку осуществлять другим способом, можно обойтись без использования фитопланктона.

В настоящее время во многих странах метод «чистой воды» вытеснил метод «зеленой воды». Это происходит обычно в двух случаях: или личинки выращивают более простым и дешевым методом в небольших объемах, или применяют более интенсивные методы очистки воды при помощи механических и биологических фильтров большой мощности и строго контролируют все параметры ее качества.

Выращивание личинок проводится в закрытом помещении, где емкости располагаются в хорошо освещенных местах. Бассейны для выращивания личинок на ранних стадиях имеют цилиндрическую форму, объем — 2 м³, для более поздних стадий применяются V-образные длинные бассейны вместимостью 5 м³. Все бассейны изготовлены из фиброгласа (стеклопластика), стоят на металлических стойках и окрашены в темный цвет, что необходимо для улучшения питания личинок. Распылители воздуха располагаются на дне, чтобы перемешивать воду и пищевые частицы для уменьшения каннибализма. В каждый бассейн подается воздух в объеме 2,6 м³/ч,

Поддержание качества воды на должном уровне является наиболее важным и сложным моментом в выращивании личинок пресноводных креветок.

Культивирование микроводорослей и живых кормов

Одним из важнейших этапов биотехники искусственного воспроизводства морских видов рыб – выращивания личинок – является культивирование микроводорослей и живых кормов.

Для многих видов морских и проходных видов рыб, в том числе камбаловых, кефалевых и осетровых важнейшим фактором роста и выживания является наличие в кормах достаточного количества высоконенасыщенных жирных кислот омега 3. В естественных условиях их источником являются одноклеточные водоросли (*Chlorella sp. f. marina*, *Monochrysis lutheri*, *Dunaliella tertiolecta*, *Platymonas viridis*, *Phaeodactylum tricorutum*, *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata*, *Spirulina (Arthrospira) maxima*). Эти виды микроводорослей используются как корм для коловраток, артемий, устриц, а также их вносят в выростные емкости с личинками кефалей и камбаловых для улучшения гидрохимического режима емкостей.

В результате варьирования условий выращивания можно получать биомассу монохризиса «липидного» или «белкового» характера.

Экспериментами показано, что хорошие результаты выращивания личинок пиленгаса получены при использовании спирулины *Spirulina platensis*, богатой витаминами, белками (60-70 %) и углеводами (10-20 %), а также морских микроводорослей: хлореллы *Chlorella sp.*, монохризиса *Monochrysis luteri* и изохризиса *Isochrysis galbana*, содержащих кроме белков (до 53 %) и углеводов (до 34 %) еще и липиды (до 13 %), в том числе жирные кислоты омега 3.

Культивирование микроводорослей на стадии получения инокулята целесообразно проводить в колбах Виноградского или Эрленмейера, а также в сосудах ИФРа. Толщина культурального слоя в этих сосудах достигает 5 см. Расширенная часть сосуда выполняет функцию пеноотбойника и предохраняет ватные пробки от намокания. Сосуды устанавливаются на штативах перед панелью из люминесцентных ламп, продуваются смесью воздуха с CO₂.

В рыбоводных хозяйствах водоросли удобно выращивать в 10-20-литровых бутылках, соединенных в батареи и установленных перед двумя панелями из люминесцентных ламп. Бутылки следует круглосуточно продувать смесью воздуха, содержащей 1% CO₂. Расход газовой смеси - 100 л на 1 л суспензии в час. Число бутылок можно увеличивать или уменьшать в соответствии с потребностями хозяйства. Вместо бутылок могут быть использованы полиэтиленовые мешки, подвешенные на металлической стойке перед панелью из люминесцентных ламп. Но в бутылках и мешках толщина культурального слоя так велика, что получить высокую концентрацию клеток водорослей не удастся. Для этих целей следует использовать специальные установки.

Наращивание микроводорослей до высоких концентраций может осуществляться в культиваторах разного типа: сферические плоскодонные стеклянные колбы или оплетенные бутылки ($V=20$ л), полиэтиленовые мешки, полиэтиленовые баки в стальной оплетке (V до 100 л). Крупные коммерческие питомники наращивают большие биомассы микроводорослей, поэтому объем культиваторов увеличивается до 480 л, и, как правило, они имеют цилиндрическую форму и изготовлены из прозрачного пластика, например полиэтилена. Для поддержания прочности таких культиваторов используют стальной каркас. Осветительные лампы устанавливаются внутри культиватора, что обеспечивает получение больших биомасс водорослей (рис. 8.16). Функционирование таких культиваторов возможно только при наличии поршневых или центробежных насосов. Однако крупномасштабные культиваторы имеют некоторые неудобства. При наращивании больших биомасс микроводорослей необходимо интенсивное перемешивание, для обеспечения равномерного питания водорослей, а это приводит к частичному разрушению клеток у большинства видов водорослей. Кроме этого, стенки культиваторов обрастают водорослями, поэтому после каждого цикла выращивания их необходимо очищать химическим способом.



Рисунок 8.16 – Культиватор микроводорослей

Трубчатые культиваторы состоят из горизонтально расположенных стеклянных труб диаметром 38-51 мм, собранных в секции (рис. 8.17). На культиваторе предусмотрены теплообменник, газообменник, два типа насосов - центробежный и поршневой (для водорослей с плотной оболочкой или без нее). Углекислый газ подается во всасывающую линию насоса.



Рисунок 8.17 – Трубчатый фотобиореактор

Бассейны для культивирования спирулины представлены на рис 8.18.



Рисунок 8.18 – Сбор урожая спирулины в бассейнах на промышленной ферме

Культивирование коловраток

Из различных видов зоопланктона наиболее распространенным кормом для личинок многих видов морских рыб и некоторых беспозвоночных является солоноватоводная коловратка *Brachionus plicatilis Muller*. Небольшой размер (100-300 мкм) и относительно мягкие покровы делают ее подходящим кормом для личинок многих видов рыб и ракообразных в первые недели жизни.

Маточная культура коловраток может быть выделена путем фильтрования порции вода из водоема на газ №70, на котором останутся взрослые формы, либо получена из яиц коловраток после их инкубации. Покоящиеся яйца собирают непосредственно в водоеме или в выростных емкостях с коловратками, где яйца находятся в придонном слое детрита. Порцию детрита следует осадить на газ №76, высушить вместе с кусочком газа, затем поместить в холодильник на 1-2 мес., чтобы яйца проморозились при температуре минус 5-минус 10 °С. Если кусочек высушенного детрита с покоящимися яйцами

поместить в соленую воду, через 3-4 сут. из яиц выклюнутся коловратки, с которых может начаться маточная культура. Еще удобнее пользоваться яйцами, отмытыми от детрита и находящимися в сыпучем виде, как яйца артемии.

Инкубационные сосуды - высокие емкости с коническим дном (аппараты Вейса, делительные воронки и др.), где аэрация осуществляется снизу. Норма загрузки яиц – 1 г/л.

Освещенность на поверхности инкубационного сосуда должна составлять 2-4 тыс. лк. Длительность периода инкубации не зависит от освещенности. Освещение яиц во время инкубации увеличивает процент выклева.

Обязательным условием правильной инкубации яиц коловраток является круглосуточная продувка емкости воздухом, обеспечивающая постоянное поддержание яиц во взвешенном состоянии. Добавление к инкубационному раствору культуры микроводорослей также увеличивает процент выклева коловраток из яиц.

Перед сбором выклюнувшихся коловраток следует отключить продувку воздухом. Пустые оболочки яиц всплывут к поверхности, неразвившиеся яйца осядут в придонный слой, а выклюнувшаяся молодежь будет находиться в толще воды. Пустые оболочки следует удалить с поверхности воды, молодых коловраток перенести в другой сосуд при помощи сифона, к оставшемуся осадку добавить свежий инкубационный раствор и включить продувку. Через несколько часов выклюнется еще порция коловраток. Эту операцию можно повторять несколько раз. Синхронность выклева зависит от «возраста» яиц: если они хранились 1-2 года, выклев более синхронен, чем в случае хранения в течение 5-7 лет (тогда он растягивается на несколько суток). Длительность периода инкубации яиц 2-4 сут.

В том случае, когда маточная культура начинается с нескольких десятков или сотен яиц, высушенных на кусочке газа вместе с детритом, культивирование следует начинать с маленьких колбочек, постепенно увеличивая объем до нескольких литров. В случае инкубации сразу нескольких граммов яиц выклюнувшейся молодежью коловраток можно засеять 50-100-литровые емкости и в них вести маточную культуру при начальном засеве 5-10 экз./мл. В зависимости от потребностей производства число емкостей для маточной культуры может быть увеличено до 5-10 шт.

Перед внесением молодежи в емкость морскую воду следует подогреть до температуры 26-28 °С, внести туда корм и размешать его. Желательно, чтобы корм был водорослевого происхождения, поскольку известно, что водоросли способствуют образованию у коловраток большего числа яиц. Оптимальный исходный засев 10-20 экз. в 1 мл.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какой элемент мидийно-устричного носителя является «центральным узлом», дать характеристику его размерам и материалам, из которых он изготовлен.
2. Виды коллекторов для сбора спата мидий.
3. Какой вид мидийного носителя предназначен для подращивания мидий в открытом море и защищенных бухтах.
4. Какие технические средства используют при выращивании раков, креветок, коловраток, микроводорослей?

Рекомендуемая литература: [1-10, 12, 13, 15-18].

Тема 9. Технические средства, обеспечивающие биомелиорацию, биотехнические мероприятия и уменьшение воздействия морского волнения

9.1 Искусственные рифы.

9.2 Искусственные субстраты – нерестилища.

9.1 Искусственные рифы

Многие гидробионты приурочены к определенным районам обитания: участкам подводных неровностей, рифовым образованиям, каменистым грунтам и т. д. Здесь они находят благоприятные условия для размножения и питания, укрываются от хищников, и поэтому в этих районах наблюдаются повышенные концентрации рыб и беспозвоночных животных. Между тем обширным площадям прибрежных мелководий свойственны малоизрезанный рельеф дна, песчаные и илистые грунты, отсутствие подводных зарослей, что делает их малообитаемыми. Создавая здесь подводные сооружения, получившие название «искусственные рифы», обеспечивается поддержание биоразнообразия аборигенных гидробионтов, с оказанием тем самым помощи морю по сохранению его природного потенциала самовосстановления путем создания многочисленного дополнительного (экологически чистого) субстрата.

С увеличением площади (расположенной в толще воды, над поверхностью дна) нового субстрата (поверхности для биообразователей и места для нереста рыб, укрытия от хищников, акустические ориентиры) в воде создаются условия для увеличения в этих местах рыбопродуктивности, объем вылова рыбы возрастают в несколько раз.

В качестве искусственных рифов могут использоваться корпуса старых автомашин, изношенные автопокрышки, бетонные конструкции, крупные камни и т. д. Изготавливают бетонные цилиндры, призмы или полусферы размером 2,5—3 м, которые устанавливают на глубине до 150 м (рис. 9.1). По оценкам специалистов, наиболее подходят для строительства искусственных рифов железобетонные конструкции с цилиндрическими отверстиями.

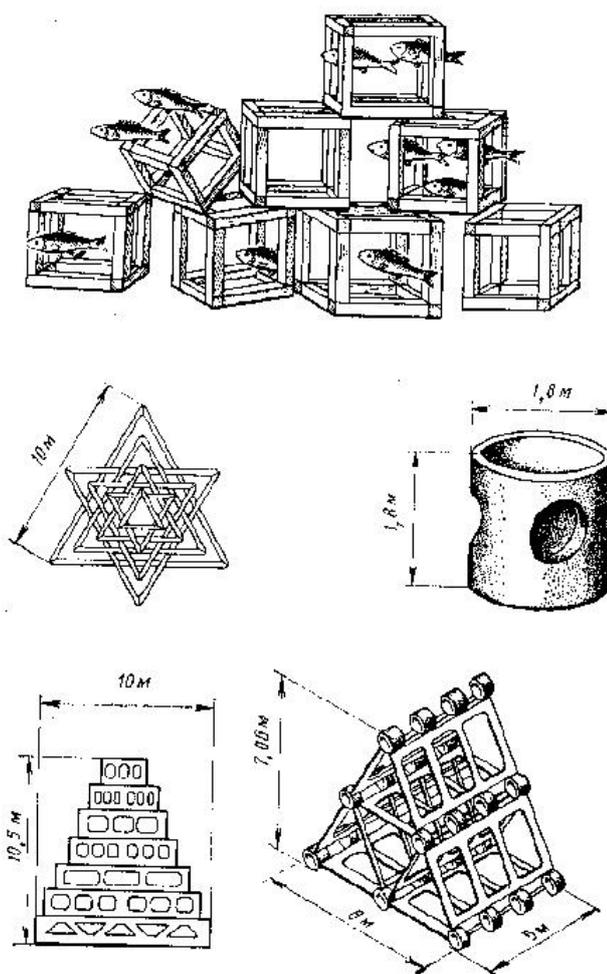


Рисунок 9.1 – Различные конструкции элементов искусственных морских донных рифов

Вдоль Адриатического побережья Италии устанавливали искусственные рифы в виде пирамид из бетонных блоков размером 2х2х2 м, отстоящих друг от друга на расстоянии 50 м, а площадь каждого участка таких рифов составляла 3 га. Спустя 2-3 года после установки биопродуктивность этих зон заметно увеличилась.

Вблизи Тихоокеанского и Атлантического побережий США созданы обширные участки искусственных рифов. Один из них, расположенный на глубине 10-12 м у берегов

Южной Каролины (Атлантика), занимает площадь 35 тыс. м², и в его пределах плотность рыб составляет 3,8 шт. на 1 м², что в 1,8 раза больше, чем до создания рифов. Один из крупных рифов у берегов Испании расположен на глубине 110 м, имеет длину 1000 м, ширину 50 м, высоту 10 м и объем 250 тыс. м³.

В нашей стране подводные рифы сооружали в Балтийском, Черном и Японском морях. Особенно они перспективны в районах обширных мелководий с песчаными и илистыми грунтами, где существует или предполагается промысел преимущественно крючковой снастью. Благоприятные условия для рыб складываются не только в пределах новых подводных ландшафтов, но и на расстоянии до 300 м от них. Затопление и размещение на песчаном дне автопокрышек привело к повышению в 160 раз концентрации бычков, плотвы, густеры и шуки. На покрышках активно нерестились бычки, откладывая до 40 тыс. икринок на каждой, а выживаемость икры составляла 90—97 %.

Все более широкое применение получают различного рода плавучие конструкции. У берегов Японии широкое распространение получили пелагические сооружения, напоминающие раскрытый зонтик. На пластиковые кольца разного диаметра (диаметр большего кольца 5-8 м) натягивают канаты из синтетического волокна. К кольцам и растяжкам прикрепляют искусственные водоросли. Риф закрепляют с помощью груза массой 6-8 т, и он удерживается в вертикальном положении бумом из пеностирена. В зоне десятков тысяч такого рода бумов заметно возросла численность рыб.

В пределах шельфовых и открытых районов океана и особенно в субтропической зоне Тихого и Индийского океанов практикуется установка своеобразных плотов, снабженных гирляндами свисающих с них размочаленных веревок, создающих своеобразные убежища для мелких пелагических рыб. В свою очередь сюда привлекаются активные хищники — тунцы, которых успешно облавливают в радиусе до 5 км от плота, где средние уловы оказываются в 2-3 раза выше, чем обычно.

Однако, в закрытых бухтах и лагунах искусственные сооружения не дают ожидаемого эффекта. Поэтому необходимы детальные исследования рельефа дна, гидрологии, состава и структуры водных сообществ вдали от берегов, в зонах течений, чтобы приблизить искусственные экосистемы к их прототипу — естественным рифовым экосистемам, обладающим исключительно высокой биологической продуктивностью.

9.2 Искусственные нерестилища - искусственные субстраты

Для создания лучших условий для нереста рыб, прикрепления личинок беспозвоночных или спор водорослей в пределах районов их естественного

воспроизводства широкое применение получают различного рода искусственные субстраты.

Существенные результаты по интенсификации нереста охотской сельди были получены путем создания искусственных нерестилищ. Из-за исчезновения зарослей zostеры, на которые преимущественно откладывает икру сельдь, нерест этого стада стал невозможным (хотя ранее обеспечивал несколько сот тысяч тонн вылова). Сельдь выметывала икру на сетные крылья ставных неводов, на затопленные сети, различные неровности дна. Многие тысячи тонн икры выбрасывалось на берег и погибало. Результативность нереста резко снизилась, что в сочетании с чрезмерным промыслом привело к депрессивному состоянию запасов. Для предотвращения этого в районах нереста стали устанавливать плавучие сетные полотна из отслуживших свой срок синтетических рыболовных сетей. Искусственные нерестилища сельдь весьма интенсивно покрывала икрой (рис. 9.2), откладывая ее в несколько слоев. Икра обмывается водой и аэрируется, что обеспечивает хороший выклев жизнестойких личинок. Одна такая сеть площадью 20 м² продуцирует до 20 т возврата взрослой рыбы. Оказалось также возможным использовать для последующей инкубации выброшенную на берег икру, сохраняющую свою жизнедеятельность в течение 3 сут. Было проинкубировано 200-300 млрд. икринок охотской сельди, и эти работы способствовали восстановлению численности популяции.

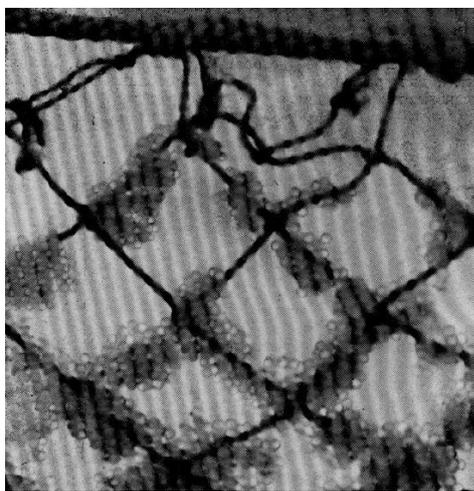


Рисунок 9.2 – Участок сетного полотна с осевшей икрой сельди

Учитывая, что тихоокеанская сайра откладывает икру на плавающие предметы — водоросли, птичьи перья и ветви растений, а результативность воспроизводства зависит от степени засоренности водной поверхности, были проведены опыты по созданию искусственного плавающего субстрата, которые дали положительные результаты.

Для изготовления искусственного нерестового гнезда необходимо связать хвойные ветви «венком» или «букетом». Чтобы нерестовое гнездо было эффективным, оно должно быть диаметром не менее 0,5-1 м и выставляться на глубине 0,5 – 0,8 м от поверхности воды. Для этого к искусственному нерестовому гнезду привязывается на веревке поплавок (пластиковая бутылка), которая обеспечивает гнезду плавучесть. От 20 до 50 гнезд собираются в одну линию на расстоянии 2 м друг от друга (так их легче будет обслуживать – промывать икру от мелкого сора и ила). Всю эту вереницу искусственных нерестовых гнезд пригружают, привязывая в нескольких местах груз (рис. 9.3).



Рисунок 9.3 – Схема расположения искусственных нерестовых гнезд

Также искусственные нерестовые гнезда можно изготавливать из матерчатых или капроновых сетей, которые натягивают на проволочные обручи диаметром от 0,5 до 1 м. (рис. 9.4).



Рисунок 9.4 – Искусственные нерестилища

Искусственные нерестилища после окончания нереста поднимают (рис. 9.5), просушивают и убирают на хранение на год, через год они вновь используются в местах, где нерестится рыба.



Рисунок 9.5 – Подъем искусственных нерестилищ

Изготовление и установка искусственных нерестилищ в виде веток, закрепленных на деревянных рамах, представлены на рис. 9.6, 9.7.



Рисунок 9.6 – Изготовление искусственных нерестилищ



Рисунок 9.7 – Транспортировка и установка искусственных нерестилищ

Искусственные нерестилища в виде еловых веток являются эффективными нерестилищами (рис. 9.8).



Рисунок 9.8 – Примеры искусственных нерестилищ в виде еловых веток

Некоторые исследователи и практики обращают внимание на то, что погруженные в воду веники, разлагаясь, приводят к гибели отложенную на них икру. Полемика по этому поводу еще не окончена. Рекомендуется, все же нерестилища ставить непосредственно перед самым нерестом, чтобы сократить срок нахождения их в воде. Кроме того, необходим подбор такого субстрата для откладывания икры, который не успевал бы подвергаться разложению в период нереста и развития эмбрионов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова цель установки искусственных рифов.
2. Описать виды конструкций элементов искусственных рифов.
3. Перечислите виды искусственных нерестилищ.

Рекомендуемая литература: [1-7, 9, 10, 12-14].

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Матишов Г. Г., Пономарева Е. Н., Журавлева Н. Г. и др. Практическая аквакультура. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2011 – 284 с.
2. Уитон Ф. Техническое обеспечение аквакультуры. – М.: Агропромиздат, 1985 – 328 с.
3. Милн П. Х. Морские хозяйства в прибрежных водах. – М.: Пищевая промышленность, 1979 – 183 с.
4. Бардач Дж., Риттер Дж., Макларни У. Аквакультура. – М.: Пищевая промышленность, 1979 – 291 с.
5. Стоценко А. А. Гидробиотехнические сооружения. – Владивосток. Изд. Дальневосточного университета, 1984 – 135 с.
6. Моисеев П. А., Карпевич А. Ф., Романычева О. Д. и др. Морская аквакультура. – М.: Агропромиздат, 1985 – 253 с.
7. Шилин М. Б., Саранчова О. Л. Полярная аквакультура. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2005 – 172 с.

Дополнительная:

8. Супрунович А. В. Аквакультура беспозвоночных. – Киев: Наук. думка, 1988–156с.
9. Аранович Т. М., Дергалева Ж. Т., Спичак М. К. Марикультура: настоящее и будущее. М. – ВНИЭРХ, 1990 – 42 с.
10. Аронович Т. М., Спешиллов Л. И. и др. Современное состояние и зарубежный опыт в области марикультуры. М. – ВНИЭРХ, 1976 – 76 с.
11. Чепурнов А. В. Культивирование рыб Черного моря в замкнутых установках. – Киев: Наукова думка, 1989 – 102 с.
12. Докукин М. М., Держинская И. А. Технические средства марикультуры. – М.: МРХ ЦНИИТЭИРХ, 1987 – 150 с.
13. Технические средства марикультуры. Сборник научных трудов. – М.: ВНИРО, 1986 – 188 с.
14. Титов Л. Ф. Ветровые волны. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1969 – 294 с.

15. Крючков В. Г. Гидробиотехнические сооружения для мидийных хозяйств Азово-Черноморского бассейна. – М., 1990 – 66 с. (Рыбное хозяйство. Сер. Марикультура: Обзорная информация ВНИЭРХ).

16. Крючков В. Г. Организация хозяйства по выращиванию мидий. М., 1992 – 25 с. (Рыбн. хоз-во. Сер. Аквакультура: Обзорная информация ВНИЭРХ: вып. 1).

17. Марикультура мидий на Черном море [Текст] : монография / НАН Украины, Ин-т биологии южных морей им А. О. Ковалевского ; ред. В. Н. Иванов. - Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. - 314 с.

18. Холодов В. И. , Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Выращивание мидий и устриц в Черном море [Текст] : [монография] / ред. В. Н. Еремеев ; Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского. - Севастополь, 2010. - 424 с.

Светлана Леонидовна Чернявская

Конспект лекций по дисциплине
Технические средства аквакультуры

Подписано к печати _____

Заказ _____ № _____ объем 4,25 п.л.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82