

УДК 639.3

СОХРАНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОЧИСТКА СТОКОВ БЕРЕГОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО (РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО) ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Д.И. Иванов

Федеральное государственное научно-исследовательское учреждение
Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного
рыбного хозяйства, Санкт-Петербург, Россия

*Рассмотрены основные направления работы индустриальных рыбоводных хозяйств. Показана технологическая схема замкнутых (рециркуляционных) рыбоводных установок для инкубации икры и выращивания молоди *Salmo salar*.*

Рассматривая индустриальное (заводское) выращивание разных видов рыб, необходимо отметить, что строительство рыбоводных хозяйств, дифференцировано в зависимости от задач и конечной цели.

1. Строительство инкубационно-бассейновых цехов (рыбопитомников) для выращивания посадочного материала рыб для товарных, садковых хозяйств.

До определенных объемов производства посадочного материала рыб рыбопроизводное предприятие не лимитировано экологическими факторами. В процессе формирования ремонтно-маточного стада используют современные методы селекции, рыбоводства и технологии, что гарантирует высокое качество выращивания посадочного материала.

2. Строительство индустриальных рыбоводных предприятий для товарного выращивания деликатесной рыбной продукции.

Реализация крупномасштабных проектов по выращиванию деликатесной рыбной продукции возможна и экономически целесообразна при ориентации на высокорентабельные виды рыб, в частности, осетровых пород. Основной составляющей данного направления является наличие теплых вод ГРЭС, ТЭЦ, АЭС и др. В отдельных регионах РФ отмечается интенсивное развитие и, в частности, проектирование и строительство полносистемных индустриальных рыбоводных

предприятий по выращиванию осетровых рыб, ориентированных на использование замкнутых и/или полужамкнутых систем водоснабжения.

При выборе объектов выращивания (видов/пород осетровых рыб) превалирует объективное и экономически обоснованное решение по формированию ремонтно-маточных стад на базе чистых видов. Такой подход позволяет индустриальным рыбоводным предприятиям не только осуществлять товарное выращивание осетровых рыб, но и активно участвовать в вопросах воспроизводства и сохранения отдельных видов.

3. Строительство и реконструкция заводов регионального значения, ориентированных на воспроизводство и сохранение ценных видов рыб.

Строительство крупных индустриальных рыбоводных предприятий для целей воспроизводства лососевых рыбопитомников (ЛРЗ) предусмотрено федеральной программой, с особым приоритетом для Дальневосточного региона. Однако проблема влияния искусственного воспроизводства, строительства и территориального размещения ЛРЗ на дикую популяцию рыб, в целях сохранения их биоразнообразия, не отражена в Постановлении Правительства РФ от 25 августа 2008 г. № 645 "Об утверждении Правил организации искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов в водных объектах рыбохозяйственного

значения”. Это порождает дискуссию о том, что наличие желания и необходимых средств — еще не основание, чтобы строить ЛРЗ на первой попавшейся реке, где еще сохранились обширные районы эффективного естественного воспроизводства.

Главное ограничение, которое накладывает на процесс получения смолтов климат России — это низкие температуры воды и, как следствие, затягивание сроком смолтификации на 2–3 года. Очевидно, что для повышения эффективности воспроизводства необходимо организовать ускоренное получение смолтов при регулируемых параметрах среды.

В климатических условиях России необходимо использовать энергосберегающие технологии, т.е. создание цехов для получения смолтов, выращиваемых с применением замкнутых или полужамкнутых рыбоводных установок. Исключения составляют случаи, когда в распоряжении рыбоводов имеются источники теплой воды.

Использование замкнутых рыбоводных установок (ЗРУ) для инкубации икры и выращивания смолтов *Salmo salar* достаточно хорошо отработано на практике и используется там, где природные и климатические условия не обеспечивают благоприятных условий. Применение ЗРУ обеспечивает максимальное сокращение сроков набора массы, при которых рыба готова к смолтификации, а также упрощает устройства регулирования фото-

периода, так как весь процесс ведется в помещении рыбоводного цеха.

В качестве технологической схемы организации (строительства) как лососевого, так и осетрового рыбоводника (ОРЗ), обеспечивающей жизнедеятельность выращиваемого посадочного материала при значительных плотностях посадки могут быть рекомендованы замкнутые или полужамкнутые рыбоводные установки ЗРУ, обеспечивающие надлежащий контроль параметров водной среды (рис. 1). В техническом арсенале современных разработок имеются эффективные примеры устанавливаемого оборудования, варианты его компоновки при организации производства для рециркуляционных систем ЗРУ с использованием как отечественного, так и импортного оборудования.

Опыт применения ЗРУ для инкубации икры лососевых рыб и выращивания молоди в нашей стране невелик, хотя подобные проекты уже давно существуют в зарубежных странах. В проектах лососевых заводов — Свирского в Ленинградской области (2000 г.) и на о. Валаам р. Карелия (2000 г.), разрабатываемых ОАО “ТИПРОРЫБЛОТ” (Санкт-Петербург), были включены ЗРУ для подращивания молоди (технолог — канд. техн. наук И.В. Проскуренко). В 2006 г. по разработке того же автора на Лужском лососевом заводе в Ленинградской области построена опытная установка небольшой производительности, успешно прошедшая

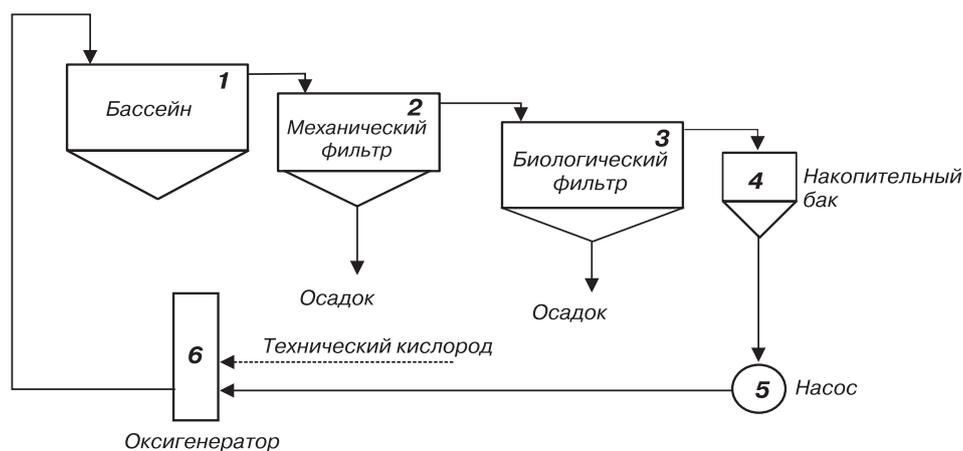


Рис. 1. Принципиальная схема ЗРУ

испытания. Проектирование ЗРУ ведется на базе опыта, накопленного с 1974 г., когда автором была разработана первая установка для лаборатории марикультуры ТИНРО во Владивостоке (авторское свидетельство СССР № 552049).

Для комплектования различных по выполняемым функциям и производительности рыбоводных установок И.В. Проскуренко (2003) разработал соответствующее оборудование: бассейны, механические фильтры, биологические фильтры, биореакторы, оксигенаторы, регулирующие баки. В комплектации установок используется как специальное рыбоводное, так и общепромышленное оборудование: трубы, насосы, измерительные приборы, управляющая аппаратура и т. п. Комплектование хозяйств специфическим рыбоводным оборудованием (сортировальные машины и устройства, рыбонасосы, кормораздатчики и т. п.) ведется по каталогам зарубежных производителей.

Бассейны, применяемые и сконструированные И.В. Проскуренко, как правило, оборудуются двумя сливами: один служит для постоянного возврата воды в замкнутый цикл водоснабжения, другой — для сброса осадка за пределы замкнутого цикла. В остальном рыбоводные емкости соответствуют специфике выращиваемого объекта. Бассейны как готовые изделия поставляются объемом до 11 м³, бассейны большего размера изготавливаются стационарными на месте их использования.

Биофильтры и биореакторы работают с постоянно рециркулирующей гранулированной загрузкой из полиэтилена с удельной плотностью 0,92–0,95 и удельной поверхностью 1000 м²/м³. Этот принцип построения биофильтра разработан в Ленинграде под руководством доктора технических наук, проф.

Ю.А. Феофанова (ЛИСИ) и в настоящее время широко применяется в мировой практике (Феофанов Ю.А., Голосун В.П., 1983, 1986; Феофанов Ю.А. и др., 1986). Одна из модификаций биофильтра, работающего с использованием принципа рециркуляции, производительностью по воде 10 м³/ч имеет габариты 1000×1000×2500 мм (рис. 2).

Для небольших исследовательских систем биофильтры конструируют и изготавливают в соответствии с объемами установки. Для товарных систем значительного объема применяют биофильтры заводского изготовления, размеры которых ограничены габаритами грузов, перевозимых автотранспортом. Нужная производительность биофильтра достигается параллельной установкой конструкций.

Механические фильтры применяют как отдельные агрегаты и как встроенные элементы биологических фильтров. В качестве отдельных агрегатов разработаны конструкции фильтров с плавающей загрузкой (ФПЗ) из полиэтилена. Эти фильтры задерживают до 98% взвесей, потребляют для промывки ничтожно малое количество воды и не создают значительного гидравлического сопроти-

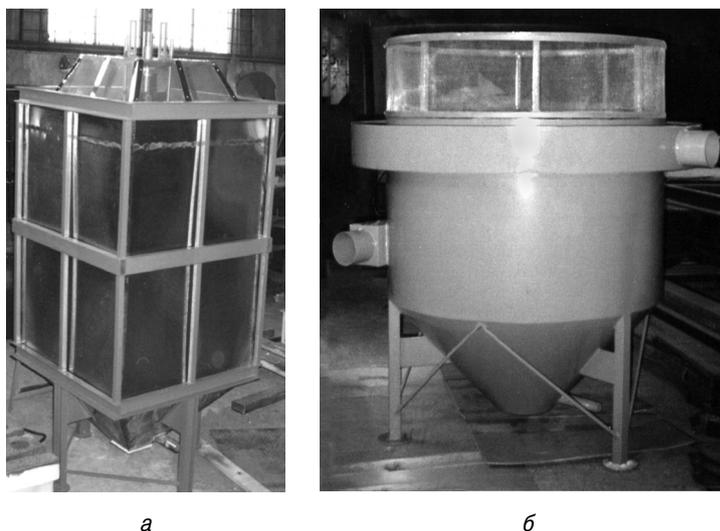


Рис. 2. Биологический фильтр производительностью 10 м³/ч (а) и механический фильтр с плавающей загрузкой (б)

вления в цепи циркуляции воды. Например, механический фильтр с плавающей загрузкой с производительностью по воде 10 м³/ч имеет диаметр 1250 мм, высоту — 1300 мм (см. рис. 2).

Механические сетчатые фильтры с промывкой струей воды под напором, поставляемые европейскими фирмами, расходуют ощутимое количество воды для промывки, менее надежны, но в сравнении с ФПЗ меньше габаритами.

Оксигенаторы, применяемые в рыбоводных установках, сконструированы в соответствии с требованиями к уровню насыщения воды кислородом. Для систем с высоким уровнем насыщения (50 мг/л) разработан конструктивный ряд напорных оксигенаторов производительностью по воде от 10 до 1000 м³/ч. Надежность конструкции оксигенатора такова, что устройства, поставленные автором 15 лет назад, функционируют до настоящего времени. Для систем, где уровень насыщения кислородом не превышает 15–17 мг/л, применяют безнапорные оксигенаторы.

Дополнительное оснащение рыбоводных установок средствами автоматики, как правило, зависит от потребностей заказчика. Опыт проектирования, строительства и эксплуатации достаточно крупных рыбоводных цехов с использованием замкнутых рыбоводных установок, таких, как рыбоводный цех МПО «Горизонт» в Минске (1989–1995 гг.), рыбоводный цех Ижорских заводов (1986–1996 гг.), экспериментальная установка для отработки технологии ускоренного созревания осетровых ЗАО «Казачка» (2001 г.), позволил сформировать представление о необходимом минимуме оснащения

установок приборами автоматического управления, при котором предприятие успешно работает, а затраты на обслуживание минимальны. При жестких требованиях к минимизации персонала, обслуживающего установки, разработаны и применяются системы контроля и управления на базе компьютеров. Такие системы эксплуатируются там, где доступны услуги соответствующего сервиса.

В товарных рыбоводных хозяйствах успешно используются модульные варианты компоновки, когда каждый контур обеспечивает лишь несколько бассейнов, а внутри цеха располагается несколько таких контуров-модулей (рис. 3).

Спецификой рыбоводного модуля является задача компактного размещения оборудования для содержания рыб разных возрастов и средств контроля и регулирования параметров среды. На одном заводе могут быть установлены несколько модулей, однако все вместе они должны образовывать полносистемное хозяйство с производителями и ремонтом лосося разного возраста, инкубатор, зону подращивания молоди до 3 г и зону производства посадочного материала (смолтов) со штучной массой не менее 30 г (рис. 4, 5).

Одним из примеров компоновки является вариант, когда цех содержания ремонтно-маточного стада и цех для выращивания молоди примыкают под углом к двухэтажному административно-хозяйственному блоку. В угловой части располагается технологический блок с системой водоподготовки и инкубатором икры.

Системы водоподготовки для разных цехов (личинки рыб и производителей)

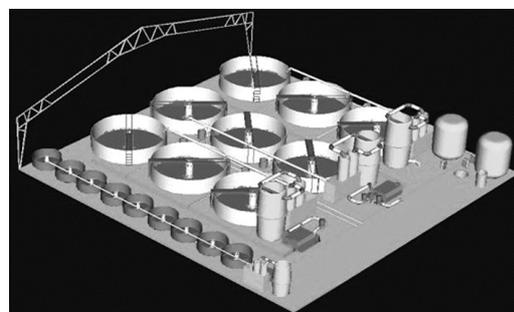
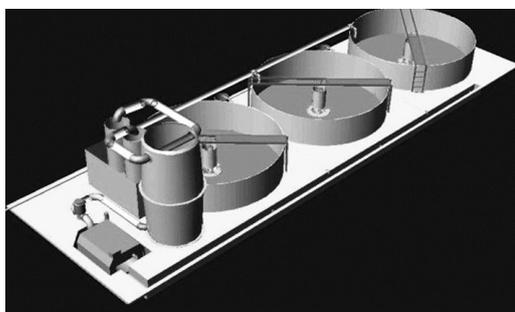


Рис. 3. Модульная компоновка рыбоводного цеха

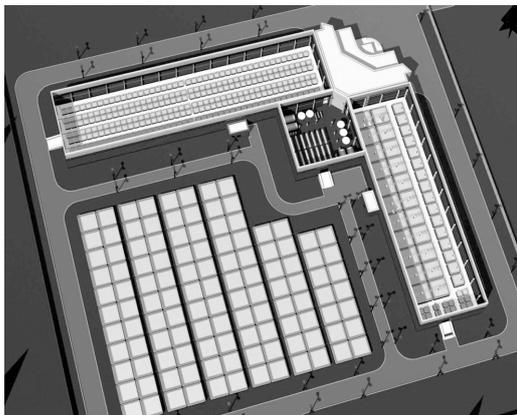


Рис. 4. Общий план полносистемного рыболоводного завода (проект ГосНИОРХ)

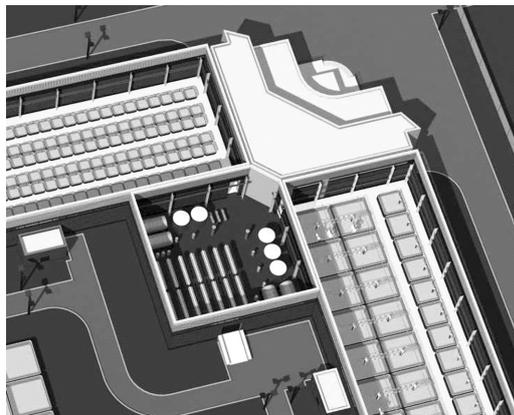


Рис. 5. Технологический блок и зона инкубации икры

должны работать независимо на разных линиях водоподачи.

Принцип модульной компоновки рыболоводного предприятия обладает существенными достоинствами: с биологической точки зрения он позволяет создавать различные условия для разных возрастных генераций, обеспечивать ветеринарную безопасность и предотвращать эпизоотии, с технической стороны создается возможность “клонирования” удачных проектов, а экономическим преимуществом является поэтапное наращивание производственных мощностей.

Модульная схема построения предприятий для воспроизводства лососевых рыб обладает необходимой гибкостью

для оперативной корректировки рыболоводных задач. Такая схема позволяет упростить проектирование рыболоводных цехов с применением типовых проектов, экономическое планирование с использованием типовых смет и достаточно быстро реагировать на изменение потребности в посадочном материале для того или иного региона.

Примером использования УЗВ для производства посадочного материала является установка, построенная в ФСГЦР “Ропша” (Крупкин и др., 2008). При создании замкнутой системы водоснабжения был использован зарубежный опыт, позволяющий выращивать молодь форели в контролируемых условиях (рис. 6).



Рис. 6. Форелевое хозяйство с использованием УЗВ в Дании (фото В.М. Голода)

С учетом специфических условий источников водоснабжения в Ропше приоритет был задан по температурным параметрам (возможность повышения с 6 до 16°C). Одновременно были решены задачи по модернизации племенного участка и улучшению условий содержания ремонтно-маточного стада форели (рис. 7).

Мощность первой очереди установки сравнительно невелика и составляет 10 т или 2 млн молоди форели штучной массой 5 г (рис. 8, 9). Однако ускорение темпа

роста мальков и сокращение сроков выпуска посадочного материала позволяет получать за один год 3 партии по 10 т, что повышает суммарную производительность установки до 30 т (6 млн шт.).

Аналогичные установки применяются за рубежом не только для производства посадочного материала с целью дальнейшего выращивания товарной рыбы, но и для получения молоди атлантического лосося в целях выпуска в водоемы и воспроизводства водных биоресурсов.



Рис. 7. Форелевое хозяйство с использованием УЗВ в Ропше (фото В.М. Голода)



Рис. 8. Облицованные пластиком бассейны для выращивания молоди форели с использованием УЗВ в Ропше (фото В.М. Голода)

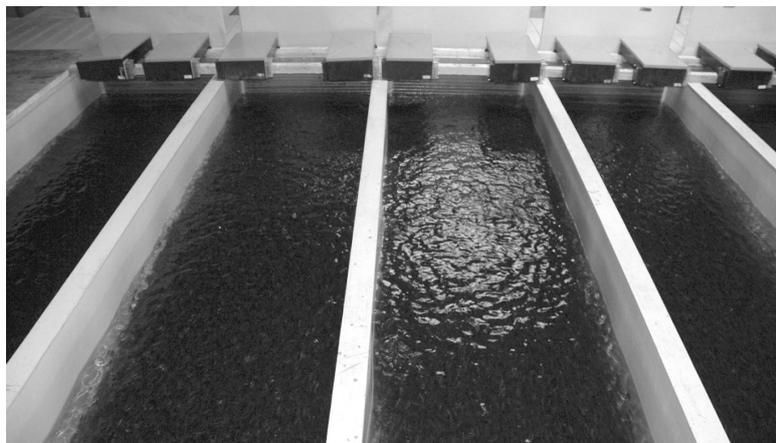


Рис. 9. Использование УЗВ позволяет содержать молодь форели при высоких плотностях посадки (фото В.М. Голода)

Если прежде системы УЗВ предлагались к использованию при выращивании объектов тепловодного рыбоводства (сомы, угорь, осетровые, тилапия), то теперь все большее распространение получают установки замкнутого цикла для холодной воды.

По мнению европейских производителей рыбоводного оборудования, началась новая эпоха рыбоводства — про-

изводство мальков форели и покатников (смолтов) лосося в установках замкнутого цикла. На основе технологии биологической очистки многократно используемой воды (Clearwater — Биореактор) германская компания “Aquacultur Fischtechnik GmbH” предлагает несколько вариантов систем УЗВ производительностью от 50 до 100 тонн молоди лососевых рыб (таблица).

Варианты систем УЗВ для производства молоди и смолтов лосося
(по “Aquacultur Fischtechnik GmbH”)

Показатель	SALAR50 A001100	SALAR100 A001200	SALAR100 + 2xParr10 A001300
Jahresproduktion/ Production per year Годовая производи- тельность	2–3 Mio Smolt (70 g) 2–3 млн скатывающейся молоди (70 г)	4–6 Mio Smolt (70 g) 4–6 млн скатывающейся молоди (70 г)	4–6 Mio Smolt (70 g) + 6 Mio Parr 4–6 млн скатываю- щейся молоди (70 г) + 6 млн Parr (15 г)
Einsetzgewicht/ Starting Weight Посадочный вес	15 g (г)	15 g (г)	2 g (г) (Parr) 15 g (г) (SALAR100)
max Besatz/ max standing stock макс. зарыбленность	50 t (тонн)	100 t (тонн)	100 t (тонн)
Wassertemperatur/ Water Temperature Температура воды	12–18°C	12–18°	12–18°
Wassebedarf/ Water Demand Расход воды	1 l/sec 1 л/с	2 l/sec 2 л/с	2,6 l/sec 2,6 л/с
Energiebedarf/ Power Requirement Расход энергии	Ø55 kW/h* Ø55 кВт*	Ø110 kW/h* Ø110 кВт*	Ø150 kW/h* Ø150 кВт*

Из данных таблицы видно, что установки замкнутого водоснабжения используют как для производства “пестряток” или молоди штучной массой 15 г, так и полноценных крупных смолтов с принятой в Европе штучной массой 70 г.

Учитывая значительные капитальные затраты на строительство и высокую

стоимость энергоресурсов, считаем целесообразным использовать УЗВ лишь для выращивания молоди навеской до 15 г. Дальнейшее выращивание до 70 или даже до 100–150 г и подготовка смолтов к выпуску должна осуществляться в садках, установленных на естественных водоемах.

**ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ТА ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ
ПРИБЕРЕЖНИХ КОМПЛЕКСІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ
НА РИБНИЦЬКИХ ЗАВОДАХ УСТАНОВОК ІЗ ЗАМКНЕНИМ
(РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИМ) ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ**

Д.І. Иванов

Розглянуто основні напрями роботи індустріальних рибницьких господарств. Показано технологічну схему замкнених (рециркуляційних) рибоводних установок для інкубації ікри та вирощування молоді *Salmo salar*.

**MAINTENANCE OF AQUATIC RESOURCES AND CLEANING
OF FLOWS OF COASTAL COMPLEXES BY INTRODUCTION
ON FISH-BREEDER PLANTS OF OPTIONS
OF THE RESERVED WATER-SUPPLY**

D. Ivanov

Basic work of industrial fish-breeder economies assignments are considered. The flowsheet of the reserved fish-breeder fluidizers is shown incubation of caviar and growing of young fish of *Salmo salar*.