

УДК: 639.3.03:330.131.5

к.фарм.н. Федорова В. С.,
к.б.н. Швыдченко С. С.,
Олейник Т. С.,
Барбескумпэ В. В.

(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, fvs.valeri@gmail.com)

ВЫРАЩИВАНИЕ ТОВАРНЫХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В МАЛОГАБАРИТНЫХ УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В работе представлена рабочая модель экспериментальной малогабаритной бассейновой установки замкнутого водоснабжения для изучения оптимальных условий выращивания товарных осетровых и других видов рыб. В статье описана конструкция бассейновой установки и технологическая схема выращивания осетровых рыб, созданная в лаборатории гидроэкологии и гидробиологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический институт».

Ключевые слова: установка замкнутого водоснабжения, обратная вода, способы очистки воды, биофильтр, биоплато, осетровые рыбы.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Продолжающееся антропогенное загрязнение водоемов, их обмеление, бесконтрольный вылов рыбы привели к резкому сокращению рыбных запасов и подрыву биоразнообразия ихтиофауны в Луганской Народной Республике. Военный конфликт, происходящий в Донбасском регионе, еще сильнее усугубил экологическую ситуацию на данной территории.

В настоящее время происходит постепенное восстановление рыбного хозяйства (на сегодняшний момент из почти 500 водоемов на территории нашей Республики свыше 170 водных объектов сдано в аренду под рыборазведение). Тем не менее дефицит в свежей экологически чистой рыбной продукции отечественного производства по-прежнему остается актуальным. Следует отметить, что прудовые хозяйства частично решают вопросы с поставкой свежей рыбы на отечественный рынок, речь идет главным образом о карповых рыбах (каarp, карась, толстолобик, амур). Что же касается ценных видов рыб (осетровые, форель, клариевый сом), то прудовые хозяйства в нашем регионе из-за природных условий не в состоянии их выращивать. Осетро-

вые являются уникальными рыбами. Пережившие миллионы лет эволюции, они адаптировались к самым разнообразным экологическим условиям, а в настоящее время находятся на грани полного исчезновения. Они представляют собой экологически разнovidную и наиболее хозяйственно ценную группу рыб. Вследствие этого состояние популяций и проблемы видового сохранения вызывают особый интерес ученых. Чрезмерное снижение численности и промысловых запасов осетровых рыб является общемировой тенденцией. Возобновить поголовья осетровых в нужном объеме позволит искусственное воспроизводство при использовании новых современных биотехнологий. Один из способов выращивания ценных видов рыб — использование установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) как высокоэффективных по рыбоводным показателям — выживаемости и темпам роста [1–3].

Постановка задачи. Использование УЗВ позволяет в контролируемых условиях с соблюдением экологически чистых технологий выращивать ценные виды рыб [4]. Указанный способ дает возможность перенести производство объектов аквакультуры в городские условия, частично решать проблему сохранения и возобновления

рыбных запасов Республики путем зарыбления водоемов на ее территории.

Цель работы — создание экспериментальной малогабаритной бассейновой УЗВ для изучения оптимальных условий выращивания товарных осетровых и других видов рыб, культивирования хозяйственно ценных объектов аквакультуры.

Объектом исследования использовались осетровые виды рыб и их гибриды, в частности, стерлядь (*Acipenser ruthenus*), бестер (гибрид двух видов рыб семейства осетровых, полученный путем искусственного скрещивания белуги со стерлядью), различных возрастных групп, выращиваемых в условиях бассейновой аквакультуры. Перечисленные виды осетровых рыб являются одними из наиболее распространенных видов, выращиваемых в современной аквакультуре.

На кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический институт» (ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ») организована лаборатория гидроэкологии и гидробиологии, которая оборудована комплексом действующих мини-установок замкнутого водоснабжения для проведения исследований по выращиванию различных видов рыб. Цех для выращивания товарной рыбы, расположенный в аудитории 6.108 лаборатории, оборудован двумя функционально независимыми УЗВ. Еще два независимые УЗВ-комплекса находятся в стадии монтажа в аудитории 6.110.

В составе УЗВ аудитории 6.108 пластиковые бассейны $\varnothing=3000$ мм, $h=750$ мм и $\varnothing=2000$ мм, $h=750$ мм; УЗВ, расположенные в аудитории 6.110, имеют в своем составе два пластиковых бассейна $\varnothing=3000$ мм, $h=750$ мм (рис. 1).

По краям бассейнов расположена пластиковая сетка ($h=250$ мм) для предотвращения выпрыгивания рыбы и, следовательно, ее травмирования и преждевременной гибели. Сетка крепится на пластиковых трубах $\varnothing=20$ мм.

Аэрация воды в бассейнах осуществляется многоканальной воздухоудовкой. Подача воды в бассейны осуществляется циркуляционными насосами по пластиковым трубам $\varnothing=32$ мм. Вода из бассейнов самотеком выходит через сливное отверстие в центре дна, закрытое перфорированной пластиковой крышкой. В сливное отверстие впаяна канализационная пластиковая труба $\varnothing=110$ мм. Труба выведена за стенку бассейна, затем под углом 90° поднята на высоту бассейна. Для контроля уровня воды в бассейнах верхняя часть трубы заканчивается тройником $\varnothing=110$ мм, от которого под углом 90° отведена труба к биофильтру. Данная конструкция позволяет поддерживать высоту воды в бассейнах на уровне 650–700 мм и обеспечивает перелив воды из бассейнов самотеком в блок ее очистки. Трубы сверху имеют крышку, что позволяет производить удаление скапливающихся в трубе отходов при помощи сифона (рис. 2).

Система очистки УЗВ представляет собой приемные резервуары размерами $l=1200$ мм, $b=1000$ мм, $h=750$ мм, изготовленные из пластиковых емкостей «Еврокуб». Всего в ауд. 6.108 размещены четыре резервуара для очистки оборотной воды: по два на каждую УЗВ (рис. 3).

Первый резервуар служит биофильтром. На входе биофильтры оборудованы подвесными механическими фильтрами, представляющими собой послойно уложенные поролон и синтепон. Эти материалы достаточно эффективно улавливают твердые частицы и взвеси, но требуют двукратной в сутки промывки. В биофильтрах используется плавающая пластиковая биозагрузка (бутылочные крышки). Из биофильтра вода переливом проходит через механический фильтр (поролон и синтепон) и поступает в биоплато размерами $l=1200$ мм, $b=1000$ мм, $h=750$ мм (рис. 4).

В составе биоплато — различные высшие водные растения (ряска, яванский мох и т. д.) для удаления из оборотной воды

нитратов и других метаболитов, выделяемых рыбами. Из биоплато вода при помощи циркуляционного насоса по пластиковым трубам $\varnothing = 32$ мм подается в бассейны с рыбой. Насосы работают через таймеры времени, что позволяет их использование как в непрерывном режиме, так и через определенные интервалы времени. Для предотвращения засорения насоса на входной трубе установлен сетчатый фильтр.

Ниже представлены экспериментальные партии осетровых рыб (бестер, стерлядь, стербел), содержащиеся в УЗВ цеха выращивания товарной рыбы (рис. 5).

При зарыблении бассейнов УЗВ донными рыбами (осетровые, сом) учитывают не объем бассейнов, а площадь дна. Размещение в бассейнах УЗВ садков позволяет увеличить количество высаживаемой донной рыбы в 1,5 раза. Наличие садков позволяет также выращивать различные виды рыб в поликультуре, либо одновременно содержать разновозрастные партии рыб, что предотвращает их конкуренцию за пищу. В цехе выращивания товарной рыбы (аудитории 6.108 и 6.110) предусмотрены садки для установки их в бассейнах УЗВ. Размеры садка $\varnothing = 2000$ мм, $h = 300$ мм (рис. 6).



Рисунок 1 Бассейны УЗВ цеха выращивания товарной рыбы

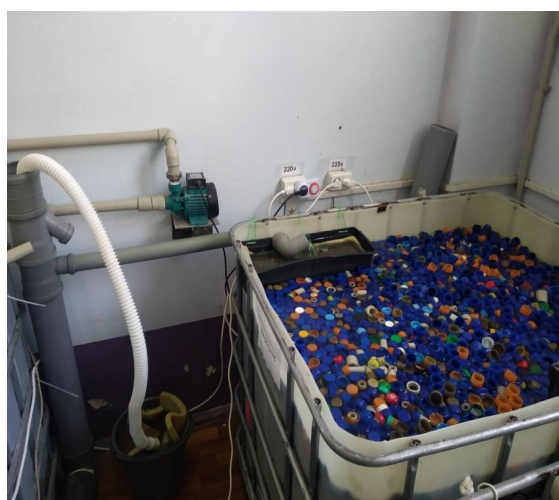


Рисунок 2 Система сброса оборотной воды из бассейнов с рыбой на очистку в цехе выращивания товарной рыбы



Рисунок 3 Комплекс очистки воды в УЗВ цеха выращивания товарной рыбы



Рисунок 4 Биофильтры и биоплаты в УЗВ цеха выращивания товарной рыбы

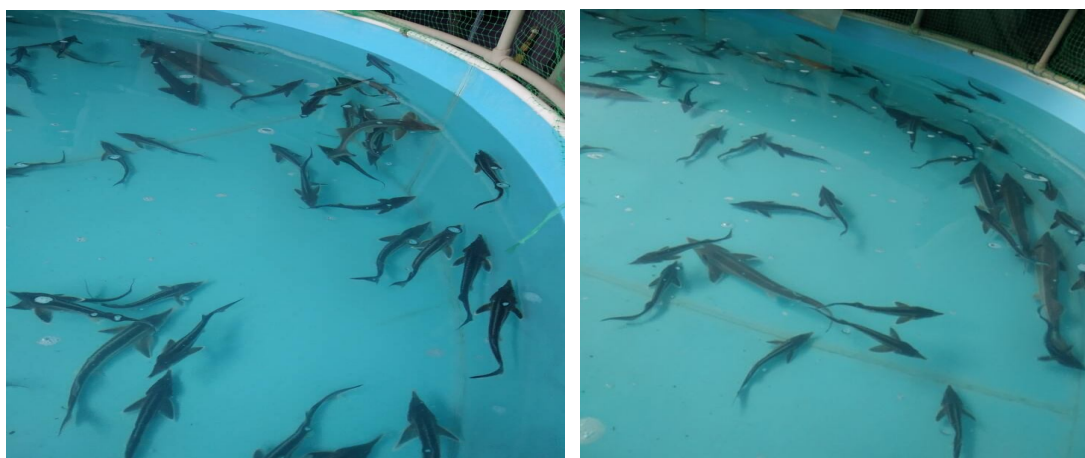


Рисунок 5 Осетровые рыбы (бестер, стерлядь, стербел) в бассейнах цеха выращивания товарной рыбы (возраст — один год)



Рисунок 6 Садок для бассейна УЗВ

Каркас изготовлен из пластиковых труб $\varnothing=20$ мм. Стенки обтянуты пластиковой садовой решеткой с ячейей 10×10 мм. Дно обтянуто капроновой сеткой с ячейей $\varnothing=0,1$ мм. Для предотвращения всплытия садка трубы каркаса заполнены песком, к каркасу прикреплены грузила из камней.

Садок, во избежание перемещения по периметру бассейна из-за подачи воды, крепится за ограждающую сетку бассейна, тем самым фиксируется его положение по центру бассейна.

С целью поддержания необходимой температуры в системе замкнутого водоснабжения, помещение оборудовано оконным кондиционером для охлаждения воздуха в летнее время и обогревателем УФО для нагрева воздуха в зимний период. В случае отключения электроэнергии задействуется резервная система электропитания: к цеху подведены источники питания от дизельного электрогенератора, который показал на практике свою эффективность.

Ввод в эксплуатацию УЗВ-комплекса начинается с запуска биофильтра. Он может проводиться как с использованием специальных культур бактерий, так и без них. Бактериальные культуры в наших ис-

следованиях не применяли. Водопроводную воду пропускали через угольный фильтр и отстаивали в течение 3-х суток. Затем осуществляли заселение бассейнов карасями. Они наименее прихотливы, потребляют много корма, выделяют большое количество экскрементов и слизи. Вся система УЗВ проходила тестирование в рабочем порядке три недели до выхода на постоянный режим.

Контроль стадий запуска биофильтра осуществляли по показателям концентрации азотистых веществ. Сначала возрастали концентрации аммиака/аммония, затем их концентрации снижались, но увеличивалось содержание нитритов. После регистрации снижения уровня нитритов начинало повышаться содержание нитратов. Биофильтр считался вышедшим на рабочий режим после достижения уровня нормативных показателей нитритов. После запуска биофильтра карасей отсаживали, а в систему запускали осетровых рыб. Плотность посадки составляла 20 кг/м^2 . Водообмен — 1 объем в час. Температура колебалась в пределах 18 ± 20 °С. рН — 7,2–7,8. Кормление 4 раза в сутки. Норма кормления — 4–6 % в сутки от общей массы рыбы в бассейне. Состав кормов: дождевой червь — 20 %, фарш трес-

ки — 30 %, килька — 50 %. Продолжительность выращивания от массы 30 г до массы 800 г — десять месяцев.

Контроль параметров воды осуществляли с использованием капельных экспресс-тестов. В контрольных точках отбора делались замеры температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода, а также следующие показатели: *pH*, *КН*, *GH*, *NH₃-NH₄*, *NO₂*, *NO₃*, *Cl₂*, *CO₂*, *сульфаты*, *фосфаты*, *силикаты*.

Выводы и направление дальнейших исследований. Введенная в эксплуатацию на базе лаборатории гидроэкологии и гидробиологии ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», бассейновая малогабаритная установка с системой замкнутого водоснабжения в ходе тестирования показала высокую эффективность ее использования для выращивания товарных осетровых рыб. Кроме того, в условиях возрастающего дефицита качественной пресной воды во всем мире и в на-

шем регионе в частности, применение УЗВ-комплекса позволит в определенной степени решить данную проблему, поскольку в замкнутой системе расход воды почти в 20 раз меньше, чем при прямоточном водоснабжении. Способ комплектации установки, низкие инвестиционные и эксплуатационные затраты позволяют рекомендовать ее для внедрения в рыбоводные малые предприятия и фермерские хозяйства.

Представленная рабочая модель экспериментальной малогабаритной бассейновой установки замкнутого водоснабжения позволила определить оптимальный способ выращивания осетровых и других видов рыб с целью получения товарной продукции применительно к условиям.

Дальнейшие исследования будут направлены, прежде всего, на повышение эффективности работы систем биологической очистки оборотной воды, оптимизацию условий кормления осетровых рыб.

Библиографический список

1. Федорова, В. С. Использование малогабаритных ярусных установок замкнутого водоснабжения для исследования оптимальных условий подраживания мальков осетровых рыб [Текст] / В. С. Федорова, С. С. Швыдченко, Т. С. Олейник // Экологический вестник Донбасса. — 2021. — № 2. — С. 11–16.
2. Федорова, В. С. Оценка качества поверхностных вод водоёмов как объект рекреации [Текст] / В. С. Федорова, Ю. С. Бакуменко // Экологический вестник Донбасса. — 2021. — № 2. — С. 17–27.
3. К теории термодинамического подбора установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов [Текст] / А. А. Недоступ, А. О. Ражев, Е. И. Хрусталева [и др.] // Известия КГТУ. — 2020. — № 57. — С. 40–50.
4. Мирзоян, А. В. Повышение эффективности искусственного воспроизводства — реальный путь восстановления природных популяций осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне [Текст] / А. В. Мирзоян, Л. М. Васильева // Рыбное хозяйство. — 2018. — № 5. — С. 76–81.

© Федорова В. С.
 © Швыдченко С. С.
 © Олейник Т. С.
 © Барбескумпэ В. В.

Рекомендована к печати д.с.-х.н., проф., зав. каф. экологии и природопользования ЛГАУ
 Ладыш И. А.
 к.т.н., доц., деканом горного факультета ДонГТИ Шульгиным П. Н.

Статья поступила в редакцию 18.01.2022.

**PhD in Pharmaceutical Sciences Fyodorova V. S., Ph.D. in Biology Shvydchenko S. S.,
Oleynik T. S., Barbeskumpe V. V. (DonSTI, Alchevsk, LPR, fvs.valeri@gmail.com)
STURGEON FISHES COMMERCIAL GROWING IN SMALL-SIZED CIRCULATING
WATER SUPPLY PLANTS**

The paper presents a working model of an experimental small-sized circulating pool-type plant for studying the optimal conditions for sturgeon and other fish species commercial growing. The paper describes the design of the pool-type plant and the technological scheme for sturgeon growing in the laboratory of hydroecology and hydrobiology of State Educational Institution of Higher Education “Donbass State Technical Institute”.

Key words: *circulating water supply plant, circulating water, water purification methods, biofilter, bioplateau, sturgeon.*