

# АКВАКУЛЬТУРА

---

---

УДК 574.5

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.2.1>

## ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АКВАКУЛЬТУРИ – УЗВ (RAS) ДЛЯ ФОРЕЛІВНИЦТВА ТА ОСЕТРІВНИЦТВА В ДОМАШНІХ УМОВАХ

*Головко А. А. – асистент,*

*Скиданов Ю. В. – студент III курсу*

*факультет рибного господарства та природокористування,*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет,*

*holovko.alina@gmail.com*

Сьогодні установки замкнутого водопостачання (УЗВ) активно використовуються аквакультурними господарствами по всьому світу. Не виключенням є і Україна, в якій високо розвинена методика вирощування риби в представлених установках.

Основним завданням УЗВ є штучне створення середовища проживання гідробіонтів, що забезпечує максимальний вихід товарної продукції в скорочені терміни при збереженні якості товару. Крім того, до такого виду установок є вимоги ефективного використання водних ресурсів – мінімальне підживлення та використання оборотної води.

Цілорічне вирощування гідробіонтів в так званих закритих аквакультурних фермах виключає режими зимівлі, тим самим інтенсифікується процес зростання. Чим якісніше технологія, тим краще середовище проживання і, як наслідок, вище темпи зростання риби. Крім того, якісно очищена вода дозволяє підвищити щільність посадки риби і більш ефективно використовувати виробничі площі.

В науковій статті висвітлено основні параметри вирощування осетрових і форелевих риб в установках замкнутого водопостачання. Детально описана технологія створення установки своїми руками в домашніх умовах, з наглядними фото матеріалами. А також детально описано яке саме обладнання потрібно для безперервної та справної роботи установки замкнутого водопостачання, та безумовно описані види очищення води та їх переваги.

Результати отриманих досліджень відображають, що проектування рециркуляційної системи аквакультури – УЗВ (RAS) для форелівництва та осетрівництва в домашніх умовах можлива. Даний спосіб набагато дешевший в порівнянні з придбанням УЗВ під ключ. Також вирощування гідробіонтів в установках замкнутого водопостачання має свій ряд переваг та недоліків, які описані в даній науковій статті.

Ключові слова: рециркуляційні системи (RAS), проектування УЗВ, форелівництво, осетрівництво.

**Постановка проблеми.** Передумовою шаленого розвитку рециркуляційної аквакультури стало мінімальне регулювання з боку держави цього напрямку аквакультури.

Рециркуляційні системи підприємці можуть будувати на власній земельній ділянці, облаштовувати у придбаній будівлі або споруді, в павільйоні, підвалі будівлі, навіть у власному гаражі. В порівнянні з іншими напрямками аквакультури рециркуляційна ферма – це мінімум дозволів, високотехнологічне та ресурсо заощадне виробництво, що має повністю контрольовані умови для об'єктів аквакультури [1, 2].

Виробництво товарної продукції рециркуляційної аквакультури пов'язане з можливістю повної або часткової переробки сировини та виробництва готової продукції. А це створює додану вартість виробництва, можливість більш ефективної реалізації продукції тощо.

Досить поширеним в рециркуляційних системах є осетрівництво, здебільшого для виробництва чорної ікри. Та форелівництво – для отримання червоного м'яса риби та безпосередньо ікри.

Форелівництво – високо інтенсивна форма ведення ставкового рибництва, що дозволяє одержувати велику кількість риби з одиниці площі. Форелівництво зайняло одне з найбільш відомих місць в ставовому рибництві [3].

Райдужна форель є сьогодні одним з найпоширеніших об'єктів світового рибництва і інтенсивно культивується в багатьох країнах світу. У природних умовах вона живе в холодних і прозорих прісноводних водоймах, але добре росте і в звичайних водоймах (як прісноводних, так і солонувато-водних і морських) з незабрудненою водою і достатнім вмістом кисню [4].

Технологія вирощування райдужної форелі розроблена досить добре, проте завдання полягає в значному скороченні відходів в період інкубації ікри, підросування личинок і вирощування молоді.

Сучасне високо інтенсивне форелеве господарство може ґрунтуватися тільки на науково обґрунтованих, сучасних методах біотехніки. В останні роки здійснюється комплексна інтенсифікація форелівництва, впроваджуються нові методи біотехніки, нові пристрої й устаткування, що сприяє збільшенню виходу продукції з одиниці об'єму басейнів, ставків і кошів, підвищенню щільності посадки всіх вікових груп форелі, водообміну в рибоводних місткостях, впровадження високопродуктивних гранульованих кормів і передових методів годування [4].

Вагомою проблемою в вирощуванні форелі в установках замкнутого водопостачання є вартість самої установки та обладнання до неї, а також безпосередньо маточне стадо для вирощування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Оглядові роботи і велика кількість об'яв в інтернет мережі вказує на те, що УЗВ під ключ це дуже затратна частина роботи, але і сама основна в даній справі.

Під «установками замкнутого водопостачання» розуміють повну регенерацію та використання води будь-яку кількість разів для водопостачання басейнів (рибоводних ємностей). При цьому в УЗВ здійснюється: очищення води від забруднень у процесі вирощування риби (органіка); підтримка належного санітарного стану води на безпечному для риби рівні; відновлення як хімічного так і газового режиму води; забезпечується температура для отримання максимального ефекту від вирощування риби в УЗВ [5].

**Матеріали та методи дослідження.** Головною умовою інтенсивного вирощування рибної продукції в установках замкнутого забезпечення (УЗВ) є оптимізація температурного режиму. Оптимальний термічний режим для росту осетрових риб знаходиться в межах від 20 до 22 градусів за Цельсієм. При виборі оптимальної температури для вирощування осетрових риб в системах із замкнутим водопостачанням враховують забруднення води метаболітами риб, витрати кисню на насичення води, швидкість розпаду завислих речовин та умови існування мікроорганізмів у системі біологічного очищення води [6].

Для вирощування осетрових в умовах індустріальних господарств із замкнутим циклом водозабезпечення необхідно підбирати види, що відповідають конкретним цілям експлуатації рибоводного підприємства – орієнтоване воно на випуск товарної риби, посадкового матеріалу або харчової чорної ікри [7].

В системах УЗВ перспективне вирощування шипа, білуги, російського осетра, стерляді тощо.

Необхідний набір обладнання для промислових установок із замкнутим циклом водозабезпечення повинен включати:

- рибоводні басейни;
- блок механічного очищення води;
- біологічний фільтр;
- блок водопідготовки (знезараження, регуляція температури, насичення води киснем).

Загальні вимоги до рибоводних басейнів: внутрішня поверхня басейну не повинна виділяти у воду токсичні для культивованих об'єктів речовини і повинна бути достатньо гладкою, щоб не травмувати рибу. Басейн повинен бути доступним для очищення і стерилізації. Форми, габарити, проточність, спосіб регулювання рівня води, відловні пристосування повинні відповідати призначенню басейну [7].

Матеріал для виготовлення басейнів: бетон, склопластик, вініл-пласт, нео-ламбер – це матеріал із скловолокна і епоксидних смол з досить гладкою поверхнею, з якого легко виготовляють деталі рибоводних басейнів.

Виділяють чотири типи рибоводних басейнів – прямокутні з пласким дном, прямокутні з похилим дном і лотком для змиву бруду, круглі або ква-

дратні з закругленими кутами і практично пласким дном, круглі з конусним дном. Вибір форми басейну в основному пов'язаний з проблемою його самоочищення від фекалій і залишків корму. Найважче очищуються прямокутні басейни з пласким дном. Для того, щоб відбувалося самоочищення, необхідно, щоб у басейні було гладке дно, достатня швидкість течії води (вище 0,8 м/с). Самоочищенню сприяє висока щільність посадки риби, оскільки вихрові течії, які утворюються при активному русі риби, перешкоджають осіданню бруду. Це стосується достатньо крупної риби, а при вирощуванні личинок і мальків процес самоочищення послаблюється [6, 7].

Залежно від конструкції та матеріалу басейнів обирається і спосіб їх встановлення. Достатньо великі бетонні і металічні басейни проектується і будуються для встановлення на опори, які мають фундамент. Невеликі пластикові і металічні басейни встановлюються на підлозі без спеціального фундаменту на власні опори або на спеціально виготовлені підставки. Невеликі склопластикові басейни можуть бути прикопані в сипучий ґрунт.

Водовипуск басейну – одна із найважливіших облаштувань басейну. Зазвичай місце водовипуску захищається нержавіючою сіткою. В невеликих і мілких басейнах очищення такої сітки відбувається вручну, у більш глибоких і більш об'ємних – використовують механічні засоби очищення або очищення струменем води під тиском.

У зв'язку з використанням високих щільностей посадки риби в УЗВ необхідно вирішити 2 основні проблеми – насичення води киснем для дихання риби, та видалення з басейнів продуктів життєдіяльності риб. Обидві ці проблеми вирішуються за рахунок постійної заміни води у басейні.

Найбільше поширення в УЗВ отримали фізичні і біологічні методи очищення води. Для механічного очищення води використовують горизонтальні чи вертикальні відстійники, в яких вода відстоюється і освітлюється, звільняючись від більшої частини твердих завислих частинок, а також фільтри грубого та тонкого очищення (гравійні, піщані). З цією метою також використовуються центрифуги і гідроциклони [6, 7].

Використання відстійників малоефективне через довготривалість процесу відстоювання. На даний час найбільш ефективними для установок замкнутого водопостачання вважаються механічні самопромивні фільтри, а також фільтри з регенераційним завантаженням поліетиленових гранул. У самопромивних фільтрах осади вимиваються зворотнім потоком води в спеціальний промивний короб. Для забезпечення ефективної роботи фільтрів необхідно, щоб їх очищаюча поверхня була не менше площі рибоводних ємностей.

Біологічне очищення води є обов'язковим процесом в УЗВ, без якого неможлива ефективна їх експлуатація. Вона базується на здатності мікро-

організмів розкласти органічні і неорганічні речовини, що накопичуються у воді при вирощуванні риби, та спрямована на видалення із системи перш за все фосфору і азоту, які є основними джерелами забруднення. Біологічне очищення може проходити в спеціальних пристроях – біофільтрах, інтеграторах, аеротенках, а також біоставах з особливою мікрофлорою – активним мулом. Активний мул – це угруповання мікроорганізмів-бактерій, які окислюють органічні речовини [6, 7].

Аеротенки – це ємності, заповнені активним мулом і обладнані пристроями для насичення води киснем. Вони бувають із наповнювачем (гравій, керамзит, керамічні або скляні елементи, поліетиленові гранули) або без нього. Аеротенки мають порівняно невисоку вартість, прості в обслуговуванні, але мають доволі низьку продуктивність. Співвідношення об'єму рибоводних ємностей до об'єму аеротенків складає 1:8-1:10. Разом з аеротенками зазвичай використовують для механічного очищення води не фільтри, а відстійники, оскільки велика кількість завислих частинок активного мулу дуже знижує ефективність роботи фільтрів. А необхідність підтримання оптимального температурного режиму підвищує витрати електроенергії на підігрів води.

Інтегратор – це конічна ємність, в нижній частині якої створюється шар активного мулу. Верхня частина працює як відстійник. Співвідношення об'єму рибоводних ємностей до об'єму інтеграторів складає 1:5-1:10. При використанні інтеграторів відпадає необхідність механічного очищення, однак виникає потреба точного підтримання швидкості водообміну, щоб не відбувалось осідання активного мулу і винесення його за межі зони відстоювання.

Біофільтри останнім часом отримали найбільш широке застосування в системах біологічного очищення. Це ємності із наповнювачами різного типу – об'ємного, плаваючого, стільникового і трубчатого. Об'ємні і плаваючі листові наповнювачі застосовуються доволі рідко в промислових установках. Частіше використовують наповнювачі з поліетиленових гранул, які регенеруються, а також касетні і стільникові наповнювачі. Біофільтри мають продуктивність у 8-10 разів більшу, ніж аеротенки та інтегратори, але їх вартість у 5-10 разів вища. Співвідношення об'єму рибоводних ємностей і біофільтрів від 1:0,5 до 1:4. До недоліків біофільтрів, окрім їх високої вартості, відноситься необхідність використання в складі очисної споруди окремого біофільтру – денітрифікатора, в якому нітрати з очищеної води відновлюються до вільного азоту [6, 7].

Проблема забезпечення киснем для дихання риб вирішується за рахунок подачі води, вже насиченої цим газом.

**Результати досліджень.** На початку березня 2020 року було спроектовано домашнє УЗВ і для цього було придбано 2 рулони 30x1.5 м полі-

пропілена фірми «Rochling» для створення 2 басейнів та барабанного фільтру. Також знадобилися труби для циркуляції води, було використано ПВХ труби 110 та 50 діаметру. Для зварювання басейнів придбали дрiт цієї ж фірми діаметром 4 мм і фен для зварювання пластику.

Відповідно до нашого проекту ми нарізали деталі для зварювання басейнів. Для біологічної фільтрації зварили басейн овальної форми розміром 3.50x1.5x1.5 м. Для міцності і надійності ми підкріпили сторони басейну вертикальними та горизонтальними жорсткостями також з поліпропілену, а поверх них 2 металевих обручі з кутника 40x40. Дно басейну зроблено під кутом до центру для кращого збору і зливу відстою. В середині басейну було змонтовано кріплення для монтування аераторів, які були створені власноруч із аераційного шлангу 100 діаметру, всередині якого пластикова труба 50 діаметру в кількості 6 шт. по 1 м та вмонтованими на дно басейну (рисунок 1).



*Рис. 1. Пластикова труба*

До них була під'єднана поліпропіленова труба для подачі кисню компресором «Hiblow HP120». Також був вмонтований насос для подачі води в басейн з рибою. Для біологічного очищення води було засипано 1 м<sup>3</sup> плаваючої біозагрудки робочої поверхні 1000 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> (рисунок 2).





*Рис. 2. Біоагрузка*

Басейн для риби ми зробили 3 м в діаметрі. В центрі басейну була вмонтована 110 труба для забору брудної води на фільтр механічної очистки. Забір води здійснювався з верхнього і нижнього шару. Для подачі чистого кисню в басейн з рибами було вмонтовано дрібнодисперсний шланг довжиною 3 м і 16 мм в діаметрі (рисунок 3).



*Рис. 3. Басейни*

Для механічної очистки води було зроблено фільтр барабанного типу. Він складається з корпусу, з барабану з сіткою 60 мкм, лотка для відтоку брудної води, промивочних форсунок, промивочного насоса, двигуна приводу барабану та автоматики. В басейн для риби вода потрапляє

на фільтр механічної очистки, вода проходить через сітку, брудні відходи залишаються на сітці, після чого за допомогою промивочного насосу і форсунок вони змиваються в лоток для відтоку брудної води, яка потрапляє в каналізацію. А очищена вода потрапляє до басейну з біологічною фільтрацією і після проходження біологічної очистки вода потрапляє до басейну з рибою.

Після запуску і перевірки системи в січні 2021 року було придбано 100 шт. ленського осетра і 50 шт. російського осетра вагою 15 г у Миколаївській області разом з кормом фірми «SK». Перевозка риби в Херсонську область, Білозерський район, с. Надєждівка здійснювалася в поліетиленових пакетах, закачаних чистим киснем. Після вирівнювання температури риба була випущена в басейн. Після двох тижнів утримання риби якість води погіршилася і риба почала себе погано почувати і поступово відходила в незначній кількості. Для усунення подальшої загибелі риби було зупинено годівлю риб та додано 1 кг повареної солі на 1 м<sup>3</sup> води. Після цього стало зрозуміло, що якість корму виявилась дуже низькою, що спричинило помутніння води і погане самопочуття риби. Було взято відбір води для аналізу в лабораторії, а також кожного дня ми проводили аналіз води самостійно за допомогою спеціальних реактивів. Результати аналізів показували норму і було прийнято рішення про заміну корму на фірму «Сорrens». Ми одразу помітили суттєві зміни: якість води покращилася і риба почала рости. За цей період ми втратили всього російського осетра і 50 шт. ленського (рисунк 4).



*Рис. 4. Осетрові в УЗВ*



Восени 2021 року ми вирішили придбати форель, так як для осетра потрібно було підігрівати воду, але наш час це затратно. В січні 2022 року в Рівненській області, в рибному господарстві було придбано 1000 шт. малька форелі середньою вагою 1,5 г. Для підняття малька взяли корм фірми «Biomar». Через 10 днів вирощування риба мала середню вагу 2 г. Мальок форелі гарно себе почував і з якісним кормом добре набирав вагу.

Але, на жаль, наші дослідження стосовно вирощування риби в УЗВ були екстрено закінчені через окупацію Херсонської області. На жаль, вся риба загинула через відсутність електроенергії і кормових ресурсів.

**Висновки з даного дослідження.** Переваги замкнених систем очевидні. Це – зменшення або повне припинення скидання забруднених стічних вод; спрощення утилізації продуктів життєдіяльності риб; можливість створення безвідходної технології вирощування риби шляхом додаткового вирощування в системі овочів або іншим шляхом; раціональне використання водних, земельних і людських ресурсів; повна керованість режими вирощування риби: температурним, сольовим, газових, світловим і т. д., прискорення тим самим темпу росту риб та підвищення ефективності вирощування.

До недоліків УЗВ можна віднести, мабуть, тільки одне: висока собівартість вирощуваної риби, найвища серед усіх форм рибництва.

Інший шлях використання УЗВ – вирощування посадкового матеріалу різних видів риб, поставка їх у рибоводні господарства в ранні терміни. За рахунок збільшення періоду вирощування можливе одержання товарної продукції в ставкових господарствах за один рік.

## **RECIRCULATION SYSTEM DESIGN TECHNOLOGY AQUACULTURE – UZV (RAS) FOR TROUT FARMING AND STURGEON AT HOME**

*Holovko A. A. – Assistant,  
Skydanov Yu. V – 3rd year student,  
Faculty of Fisheries and Environmental Management,  
Kherson State Agrarian and Economic University,  
holovko.alina@gmail.com*

Today, closed water supply systems (RAS) are actively used by aquaculture farms around the world. Ukraine is no exception, in which the technique of growing fish in the presented installations is highly developed.

The main task of the UZV is to artificially create a habitat for hydrobionts, which ensures the maximum output of commercial products in a short period of time while maintaining the quality of the product. In addition, this type of installation has requirements for efficient use of water resources – minimal feeding and use of recycled water.

Year-round cultivation of hydrobionts in so-called closed aquaculture farms excludes wintering regimes, thereby intensifying the growth process. The better the technology, the better the habitat and, as a result, the higher the growth rate of the fish. In addition, high-quality purified water makes it possible to increase the density of fish planting and more efficiently use production areas.

The scientific article highlights the main parameters of growing sturgeon and trout fish in closed water supply installations. The technology of creating a do-it-yourself installation at home is described in detail, with illustrative photo materials. It also describes in detail what equipment is required for continuous and efficient operation of a closed water supply installation, and definitely describes the types of water purification and their advantages.

The results of the obtained studies show that the design of the recirculation system of aquaculture – UZV (RAS) for trout farming and sturgeon farming at home is possible. This method is much cheaper compared to the purchase of a turnkey UZV. Also, the growth of hydrobionts in closed water supply installations has its own number of advantages and disadvantages, which are described in this scientific article.

Keywords: recirculation systems (RAS), UZV design, trout farming, fish farming.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Басейнове (УЗВ) вирощування: веб-сайт. URL: <https://www.aquamap.com.ua/uk/tehnologii-uk/basejnovе-uzv-viroshhuvannya/> (дата звернення: 15.11.2024).
2. Рециркуляційні системи аквакультури – УЗВ: веб сайт. URL: <https://fishindustry.com.ua/recirkulyacijni-sistemi-akvakulturi-uzv-ras-chastina-1/> (дата звернення 15.11.2024).
3. Гриневич Н. Є. Холодноводне рибництво: Методичні вказівки. Біла Церква: БНАУ, 2022. 87 с.
4. Титарев Є. Ф. Форелівництво. М.: Харчова промисловість, 1980. 166 с.
5. Установа замкнутого водопостачання: веб сайт. URL: <https://fishdom.com.ua/ustanovka-zamknutoho-vodopostachannia/> (дата звернення 16.11.2024).
6. Штучне вирощування осетрових в установках замкнутого водопостачання: веб сайт. URL: [https://ifr.darg.gov.ua/\\_shtuchne\\_viroshchuvannja\\_0\\_0\\_0\\_999\\_1.html77](https://ifr.darg.gov.ua/_shtuchne_viroshchuvannja_0_0_0_999_1.html77) (дата звернення 16.11.2024).
7. Шекк П. В. Індустріальне рибництво. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 244 с.

### REFERENCES

1. *Basejnovе (UZV) vyroshchuvannja*: [Basin (USV) cultivation]: veb-sait. URL: <https://www.aquamap.com.ua/uk/tehnologii-uk/basejnovе-uzv-viroshhuvannya/> (data zvernennia: 15.11.2024). [in Ukrainian].
2. *Retsyrkulyatsiini systemy akvakultury – UZV* [Recirculation systems of aquaculture - UZV]: veb sait. URL: <https://fishindustry.com.ua/recirkulyacijni-sistemi-akvakulturi-uzv-ras-chastina-1/> (data zvernennia 15.11.2024). [in Ukrainian].

3. Hrynevych N. Ye. (2022). *Kholodnovodne rybnytstvo*. [Cold water fisheries]. *Metodychni vказivky*. Bila Tserkov: BNAU. 87. [in Ukrainian].
4. Tytarev Ye. F. (1980). *Forelivnytstvo*. [Trout farming]. M.: Kharchova promyslovist. 166. [in Ukrainian].
5. *Ustanovka zamknutoho vodopostachannia* [Installation of closed water supply]: veb sait. URL: <https://fishdom.com.ua/ustanovka-zamknutoho-vodopostachannia/> (data zvernennia 16.11.2024). [in Ukrainian].
6. *Shtuchne vyroshchuvannia osetrovykh v ustanovkakh zamknutoho vodopostachannia* [Artificial breeding of sturgeon in closed water supply installations]: veb sait. URL: [https://ifr.darg.gov.ua/\\_shtuchne\\_viroshchuvannja\\_0\\_0\\_0\\_999\\_1.html77](https://ifr.darg.gov.ua/_shtuchne_viroshchuvannja_0_0_0_999_1.html77) (data zvernennia 16.11.2024). [in Ukrainian].
7. Shekk P. V. (2017). *Industrialne rybnytstvo* [Industrial fish farming]. Odesa: ODEKU. 244. [in Ukrainian].