Co-funded by the European Union
National University of Water and Environmental Engineering

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-140М

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з навчальної дисципліни «Технічне оснащення аквакультури»
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»
спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол №2 від 24.09.2024р.

Рівне – 2024

Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Технічне оснащення аквакультури» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Кононцев С.В. – Рівне : НУВГП, 2024. –137 с.

Укладач: Кононцев Сергій Вікторович, д.т.н., доцент, професор кафедри водних біоресурсів

Відповідальна за випуск: Полтавченко Т.В. – к.вет.н., доцент, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення
спеціальності 207
«Водні біоресурси та аквакультура» Сондак В.В.

AFISHE «Development of Aquaculture and Fisheries Education for Green Deal in Armenia and Ukraine: from Education to Ecology» https://www.afishe.eu/

Матеріали опубліковані як частина проєкту ЄС, який фінансується за підтримки Європейської комісії. Ця публікація відображає погляди авторів і Європейська комісія не може нести відповідальності за використання будь-якої інформації, що тут міститься.

© Кононцев С.В., 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Передмова	4
Змістовний модуль 1. Основне технологічне оснащення аквакультури	6
Тема 1. Вступ. Основні напрямки механізації та автоматизації при виробництві продукції аквакультури	6
Тема 2. Конструкції та форми садків для вирощування об'єктів аквакультури	12
Тема 3. Конструкції та форми рибницьких басейнів	19
Тема 4. Трубопроводи та арматура у системах аквакультури	26
Тема 5. Насосне обладнання аквакультури	35
Тема 6. Механізми для боротьби із заростанням водними та повітряно-водними рослинами	44
Тема 7. Поглиблення ложа та видалення наносів у неспускних водоймах рибогосподарського призначення	54
Тема 8. Рекультивація, планування схилів ставів та очищення каналів у рибницьких господарствах	62
Змістовний модуль 2. Механізація та автоматизація виробничих процесів в аквакультурі	71
Тема. 9. Системи аерації води у рибницьких господарствах	71
Тема 10. Механізація процесів виготовлення кормів для потреб аквакультури	82
Тема 11. Автоматизована годівля в РАС	93
Тема 12. Механізована та автоматизована годівля у відкритих водоймах та садкових лініях	99
Тема 13. Механізований облов водойм та перевантаження риби	113
Тема 14. Засоби для сортування та обліку об'єктів аквакультури	121
Тема 15. Внутрішній та зовнішній транспорт живої риби	129
Література	137

Вступ

Інтенсивні технології аквакультури передбачають застосування широкого спектру обладнання для більшості виробничих процесів. Рівень механізації та автоматизації у аквакультурі визначатиме технологічну ефективність й економічну доцільність, що пов'язане не тільки із стійкою тенденцією зростання рівня оплати праці персоналу у аграрному секторі, але й значно ширшими можливостями порівняно з екстенсивними технологіями в аквакультурі.

Актуальним завданням сільського господарства, рибництва зокрема, є гарантоване забезпечення нашої країни продовольством за умови збереження і підвищення родючості ґрунтів та продуктивності водойм, зменшення енергоспоживання, охорони навколишнього середовища. Рибництво аналогічно багатьом напрямам агропромислового комплексу використовує засоби механізації та автоматизації як складові і необхідні елементи інтенсифікації виробництва. У зв'язку з цим підвищення продуктивності праці при виробництві продукції рибництва завдяки використанню автоматизованих систем і механізмів є необхідною умовою загального прогресу. Для досягнення цієї мети використовують різні механізми і технічні засоби, які поліпшують умови праці, збільшують результативність усіх ланок біотехнологічних процесів, сприяють росту рибопродуктивності водойм та зниженню собівартості рибопродукції. Поряд із цим світова практика засвідчує сталу тенденцію зростання частки оплати праці у складі собівартості кінцевого продукту, впливаючи на механізм ціноутворення. Ринкові відносини відіграють надзвичайно вагоме значення у виробництві риби, що логічно призводить до збільшення рівня оплати праці на всіх ланках технології виробництва продукції рибництва й, у свою чергу, впливає на собівартість продукції. Саме в цьому зв'язку застосування системи машин і механізмів у процесі виробництва продукції рибництва сьогодні набуває виняткового значення.

Метою курсу є формування знань про призначення, конструкції та принцип дії технологічного оснащення аквакультури, навичок з розрахунку та проектування основних виробничих процесів, що пов'язані з годівлею риб, їх вирощування на усіх етапах розвитку, контролю та підтримки у заданому діапазоні параметрів водного середовища. Цілі освітньої компоненти 1. Розширити знання про споруди для вирощування об'єктів аквакультури 2. Сформувати знання про конструкції та принцип дії засобів механізації та автоматизації в індустріальному рибництві. 3. Розвинути знання про технології водопідготовки та очищення забрудненої води в аквакультурі, сформувати навички з підбору необхідного обладнання та проєктування комплексів автоматизованої годівлі, споруд водоочищення, контролю та підтримки основних фізико-хімічних параметрів води.

Змістовний модуль 1. Основне технологічне оснащення аквакультури

Тема 1. Основні напрямки механізації та автоматизації при виробництві продукції аквакультури

Протягом останніх років спостерігається значний ріст у глобальній продукції аквакультури. Багато чинників зробили це зростання можливим. Одним з них є досягнення в галузі інженерії аквакультури, наприклад, вдосконалення технологій, які дозволяють зменшити споживання прісної води та розвиток систем повторного використання. Іншим є розвиток віддалених від берегової лінії садкових комплексів: місця, які ще кілька років тому не були придатними для аквакультури, сьогодні можуть бути використані з відмінними результатами. Акцент на економічну ефективність і стійке зростання заробітної плати у галузі також призвели до збільшення використання технологій, що забезпечують зменшення потреби у кількості персоналу.

Технічне оснащення аквакультури охоплює дуже широкий спектр устаткування, пов’язаного з підтримкою параметрів води у відкритих водоймах та закритих рециркуляційних системах, засобів механізації основних виробничих процесів аквакультури, машин для робіт по землі та спеціалізованої плавучої техніки різного призначення. Тому дисципліна безпосередньо пов’язана з багатьма загальними інженерними спеціалізаціями, такими як механічна інженерія, екологічна інженерія, технологія матеріалів, приладобудування та моніторинг, та проектування та будівництво будівель. Основною метою курсу є використання технічних інженерних знань і принципів у системах аквакультури та біологічного виробництва. Виробництво риби має мало спільного з виробництвом цвяхів, але ті ж самі технології можуть бути використані в обох системах виробництва. У даному аспекті виникає потреба в об'єднанні як технологічних, так і біологічних знань у галузі аквакультури.

Система машин являє собою сукупність машин, взаємоузгоджених за технологічним процесом, техніко-економічними параметрами і продуктивністю, за допомогою яких забезпечується механізація виробничих процесів. Розробляють таку систему з урахуванням основних природно-

кліматичних зон. її постійно удосконалюють, доповнюють і змінюють на основі досягнень науки і техніки. До системи машин відносяться енергетичні, транспортні, технологічні, контрольно-керуючі і кібернетичні машини. Сільськогосподарські машини є технологічними. Кожна з них виконує певний технологічний (робочий) процес, що включає одну або кілька технологічних операцій, при яких відбуваються якісні зміни матеріалу, що обробляється, його розмірів, стану, форми, фізичних і біологічних властивостей. На відміну від промислових сільськогосподарські машини безпосередньо контактують із живою природою: водою, ґрунтом та їх різноманітними живими організмами.

У нашій державі парк засобів механізації та автоматизації аквакультури представлений системою машин і механізмів, частина з яких застосовується у повсякденній практиці підприємств аграрного профілю. Поряд із цим рибництво є своєрідним напрямом тваринництва, яке використовує певну кількість засобів механізації, які проектувалися і будувалися спеціально для нього. На озброєнні багатьох рибницьких підприємств є також засоби механізації, створені безпосередньо у господарствах із використанням окремих вузлів і агрегатів серійних машин і механізмів різного походження. Отже, сьогодні засоби механізації у господарствах об'єктивно представлені переважно морально і фізично застарілими машинами і механізмами минулого століття, технікою різноцільового призначення власного виробництва й останніми розробками наукового конструкторсько-технологічного центру «Техрибвод», що успішно функціонує. Поширення високопродуктивної та енергоефективної техніки провідних виробників суттєво обмежується високою вартістю такого устаткування та характерними фінансовими проблемами аграрного сектору. Економіка переважної більшості рибницьких господарств сьогодні виключає можливість стрімкої заміни існуючих засобів механізації на новітні машини і механізми вітчизняного виробництва. Один із раціональних шляхів в умовах сучасного стану аквакультури – це поступове оновлення з максимально ефективним використанням існуючих потужностей парку машин

та механізмів, здатних у сучасних умовах забезпечити вимоги виробництва продукції рибництва.

Сільськогосподарські машини бувають мобільні, стаціонарні і пересувні. Основним принципом класифікації є поділ їх за призначенням, принципом дії, способами з'єднання з джерелами енергії та її використання. Прийнята система індексації (маркування) машин заснована на певних принципах. Індекс складається з буквеної і цифрової частин. Перша характеризує призначення, вид і принцип дії машин, друга - номер моделі або показники за продуктивністю, шириною захвату тощо.

За призначенням машини поділяються на такі групи: ґрунтообробні, для внесення добрив, меліоративні машини, пристрої для обробки води та підтримання її оптимальних фізико-хімічних показників, для виготовлення кормів, здійснення годівлі риб, вилову та сортування, навантаження та транспортування. За принципом дії вони бувають безперервної або циклічної дії. За способом з'єднання з джерелом енергії розрізняють причіпні, начіпні, напівначіпні, монтовані і самохідні машини. За способом використання енергії робочим органом - з пасивними, активними і комбінованими (активно-пасивними) робочими органами. Проте з розвитком науки і техніки, освоєнням використання нових видів енергії ці положення за класифікацією можуть змінюватись.

Для машин кожної групи розроблені агротехнічні вимоги щодо якості технологічних операцій. Тому перед початком робіт машини регулюють і налаштовують. Найважливіше завдання й обов'язок механізаторів - здійснювати потоковий і приймальний контроль якості робіт. У першому випадку перевіряють відповідність технологічних регулювань умовам роботи з метою одержання найвищої продуктивності та якості виконуваних операцій, у другому - відповідність основних показників якості заданим параметрам і вимогам охорони навколишнього середовища.

Науково-технічний прогрес у галузі механізації сільськогосподарського виробництва спрямований передусім на підвищення продуктивності праці за рахунок розробки і впровадження широкозахватних машин, збільшення їх робочих

швидкостей, вантажопідйомності, пропускної здатності, універсальності, автоматизації, а також поліпшення умов праці механізаторів і вдосконалення організації роботи машинно-тракторних агрегатів.

Існує кілька підходів класифікації аквакультурних об'єктів та систем виробництва, заснованих на технології або використаній системі виробництва. "Екстенсивний", "інтенсивний" та "напівінтенсивний" є загальноприйнятими способами класифікації аквакультури залежно від виробництва на одиницю об'єму ($м^3$) чи площі ($м^2$), яка використовується для вирощування. Екстенсивна аквакультура передбачає системи виробництва з низьким виробництвом на одиницю об'єму. Види, які вирощуються, утримуються в низькій густині, і мінімальна кількість штучних речовин та людського втручання. Цей метод характеризується низьким рівнем технології та дуже низькими інвестиціями на одиницю об'єму вирощеної продукції. Рибництво в ставках без додаткової годівлі, наприклад, класичні технології вирощування коропа, типовий приклад.

При інтенсивному вирощуванні обсяги виробництва на одиницю об'єму вдвічі вище, і для досягнення цього використовуються більше технологій та штучних впливів. Витрати на інвестиції на одиницю об'єму вирощеної продукції будуть, звісно ж, також набагато вищими. Підтримання оптимальних умов для зростання є необхідним для повної реалізації потенціалу росту видів, які вирощуються. Додаткова годівля, методи контролю за захворюванням та ефективні системи розведення також характеризують цей тип господарювання. Ризик вибуху захворювань тут вищий, ніж в екстенсивному рибництві, оскільки організм постійно стресований для досягнення максимальної продуктивності. Вирощування лосося є типовим прикладом інтенсивної аквакультури.

Увесь спектр виробничих операцій, який необхідно охопити засобами механізації та автоматизації, можна уявити виходячи із схем сучасних інтенсивних господарств аквакультури (рис. 1).

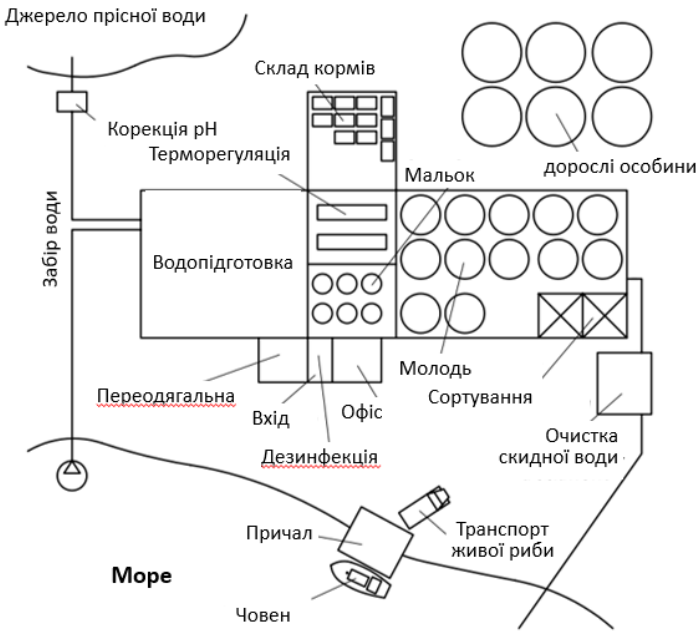


Рис. 1. Структура сучасного інтенсивного господарства з основними виробничими складовими.

Розвиток глобальної аквакультури безперечно триватиме і далі з урахуванням багатьох факторів, що сприяють цьому. Світове населення продовжує зростати, як і потреба у морському білку. Традиційне рибальство вже має обмежені можливості для збільшення вилову, якщо має бути досягнута згода про стійке рибальство. Тому збільшення виробництва має відбуватись саме за рахунок аквакультури. Крім того, аквакультурна галузь може постачати продукти високої якості протягом усього року, що становить маркетингову перевагу порівняно з традиційним рибальством. Збільшений фокус на оптимальних дієтах, включаючи більше риби, ніж м'яса, в дієті для великих груп населення світу, також вимагає збільшення реалізації риби. Це буде становити майбутні виклики для інженерів аквакультури. Ймовірно, збільшиться увага до інтенсивної аквакультури з

більшим питомим виробництвом на одиницю об'єму. Важливі виклики для такого зростання будуть пов'язані з наявністю прісної води та належними умовами місцями для садкового рибництва. У зв'язку з світовим дефіцитом прісної води технології, які можуть зменшити споживання води на кілограм риби, будуть важливими, - у першу чергу мова йде про надійні та ефективні технології повторного використання. Застосовуючи технології повторного використання, також буде можливо підтримувати постійний потік високоякісної води незалежно від якості вхідної води. Більш точний контроль якості води також матиме велике значення при розвитку аквакультури з новими видами, особливо під час стадії вирощування молодняку. Тенденція до розширення доступних ділянок для садкового рибництва буде продовжуватися. Розробка садків, які можуть не лише витримувати негативні погодні умови, але й легко експлуатуватися при поганих погодних умовах, де можна проводити годівлю риби та контроль, є важливою. Швидкий розвиток в електроніці та моніторингу поступово інтегрується в аквакультурну галузь. Інтенсивна аквакультура розвинеться у виробничу галузь, де контрольний пункт буде центром операцій, а процеси будуть відстежуватись електронними приладами. Ймовірно, у недалекому майбутньому більшість виробничих операцій виконуватимуть роботи.

Тема 2. Конструкції та форми садків для вирощування об'єктів аквакультури

Садкова аквакультура є галуззю, що поширена в усьому світі та продовжує динамічно розвиватися й нарощувати обсяги виробництва. Садок являє собою відокремлений простір у водному середовищі, призначений для вирощування водних організмів. Причому водообмін відбувається завдяки наявній течії, хвилям на поверхні та руху руб у садку. Такі параметри, як температура, фізико-хімічний склад води залишаються поза можливостями регулювання людиною. Сучасні садки використовуються по всьому світу, будь то в морях, озерах чи великих річках. Цей метод вирощування риби використовується вже багато століть і на сьогоднішній день є основним у таких країнах, як Канада, Чилі, Японія, Норвегія та Шотландія.

Садки мають різні конструкції та розміри, адаптовані до різних умов середовища Головні відмінності полягають у їхній конструкції та стійкості до хвиль і течій. Існують різні підходи до їх проектування та класифікації, враховуючи різні умови середовища. За розташуванням поділяють на плаваючі та занурені або підводні. Відповідно, за типом сітки, з якої складається садок – відкрита сітка або закритий сітчастий/гратчастий об'єм. Для вирощування риби у відкритих морських садках використовуються різні типи, включаючи плавучі садки, анкерні натяжні каркаси, самонесучі садки та жорсткі самонесучі садки. За типом сітки, яка використовується: жорстка або гнучка. Для збереження форми та об'єму садків використовуються різні технології, включаючи жорсткі і гнучкі конструкції, а також різні методи кріплення до дна водойми.

При проектуванні нових садкових ферм важливо враховувати різні фактори, такі як умови місцевості, особливості технології вирощування, конструкції садків і системи швартування. Ретельний аналіз та вибір відповідних технологій допомагають забезпечити ефективність та стабільність садкового вирощування риби. Також потрібно уникати місць, що можуть бути небезпечними, наприклад, поруч з різними промисловими підприємствами. Деякі регіони також більш схильні до виникнення водоростевих обростань, а деякі місця особливо

схильні до засмічення; це слід враховувати при виборі місця. Області з частим судноплавством слід уникати через перешкоди для риб та створення хвиль. При виборі місця також буде корисно мати хорошу інфраструктуру (наприклад, близькість до доріг, наявність електрики). Перед вибором місця потрібно чітко знати екологічні умови. Цю інформацію можна отримати від урядових морських відомств або за допомогою спеціальних океанографічних буйків, які автоматично моніторять екологічні умови на місцях. Розмова з людьми, які живуть в області, та місцевими рибалками також може дати цінну додаткову інформацію.

Також важливо мати укриття від негативного впливу погоди. Висота хвиль зазвичай є найбільш критичним параметром. Варто уникати регіонів з високими хвилями, навіть якщо теоретично можливо будувати ферми та системи швартування, які можуть витримувати дуже великі хвилі. Однак такі ферми важко та дорого експлуатувати при великих хвилях, коли зменшується доступність та керованість ними. Крім того, для експлуатації таких ферм доводиться використовувати великі дорогі судна. Якщо висота хвиль менше 2 м, садок легко експлуатується, і багато наявних садків сконструйовані для витримки таких висот хвиль. Декілька виробників виготовляють конструкції, здатні витримувати висоту хвиль 4–5 м. Океанські садки можуть витримувати до 7–8 м хвиль, але перед вибором таких місць потрібно врахувати спеціальні процедури експлуатації таких ферм. Ще одним фактором, включеним у географічні умови на місці, є глибина води; рекомендується відстань понад 5 м від дна сітки до дна моря, але це також залежить і від поточних умов. Глибини понад 100 м значно збільшать витрати на систему швартування, оскільки будуть потрібні довгі швартові лінії. Також потрібно задовольняти правові вимоги для рибного господарства в області.

Зазвичай вітер не є прямо шкідливим для морських кліткових ферм. Площа ферми над поверхнею води відносно невелика, тому критичної шкоди вітер їй не завдає. Однак на великих робочих платформах з будівлями вплив вітру буде помітний. Вітер можна розділити на дві складові: нормальну і змінну (пориви). Кількість поривів залежить від місцевої

топографії. Швидкість вітру збільшується з висотою над землею. Простим методом подання умов вітру на місці є використання вітрових роз, які показують, з яких напрямків найбільше дме вітер, і можуть також показувати середню силу вітру з різних напрямків протягом певного періоду.

Водна течія зазвичай є визначальною силою на морській садковій фермі. Кілька факторів може створити течію у воді, включаючи:

• Вітер
• Приплив
• Місцеві водні потоки, такі як річки
• Великі глобальні океанічні течії або узбережжя, такі як Гольфстрім.

Течії створюють як горизонтальні, так і вертикальні рухи води. При вирощуванні риб зазвичай увага зосереджена на горизонтальних течіях. Існує велика варіативність течії від місця до місця, і загальна картина течії включає всі різні окремі течії. Течія створюється у воді, коли вітер дме над поверхнею, оскільки опір вітру відобразиться на поверхні води. Швидкість створеної водної течії залежить від сили вітру. Оскільки опір спостерігається на поверхні води, течія, створена вітром, буде найбільшою біля поверхні і зменшується з глибиною.

Типовий морський садок складається з кількох частин: обідок або система опори (каркас), система плавучості, сітчастий мішок, захисна сітка та ваги для розтягування сітчастого мішка на дні й стабілізації його у водному стовпі. Каркас може виконувати декілька функцій: допомагає безпечно підтримувати садок в товщі води, це допомагає підтримувати форму сітчастого мішка, він може допомогти з буєм і може служити робочою платформою.

Для будівництва обідка або каркасу морської садки можуть використовуватися три різні методи.

1. Жорсткий каркас. Каркас не відображає хвильових рухів. Прикладом жорсткої конструкції є човен. Деякі спеціально розроблені сталеві садки використовують жорсткий каркас. Конструкція характеризується великими силами, що передаються на каркас.

2. Каркас з рухомими з'єднаннями. Каркас буде до певної міри відслідковувати хвильові рухи. Прикладом є традиційна сталева система клітин, де з'єднання використовуються для з'єднання окремих елементів у каркасі.

3. Гнучкий каркас. Каркас досить гнучкий і добре відслідковує хвильові рухи. До них входять каркаси з пластику (наприклад, поліетилен, ПЕ), які до певної міри гнучкі, і ті, що виготовлені з каучуку (наприклад, морські садки).

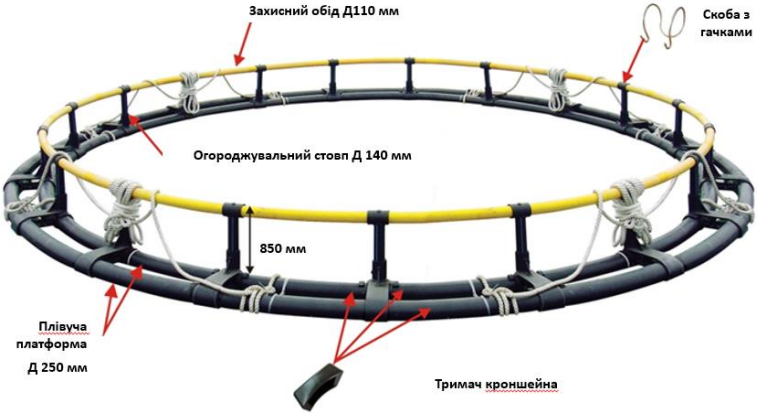


Рис. 1. Конструкція садка з плавучою основою з поліетиленових труб.

Плавучість необхідна для утримання сітки садка у правильному положенні в товщі води. Каркас повинен мати гладку поверхню для гальмування накопичення забруднень. Плавучі елементи повинні мати аеродинамічну форму для зменшення сил опору руху води. Каркас або комір може бути круглим, багатокутної або квадратної конструкції. Найкраще використовувати круглий каркас, тому що зовнішні сили будуть рівними у кожній точці кола; полігональний або квадратний каркаси матимуть великі зусилля в кутах та що може призвести до поломки. Також необхідно забезпечити надійні з'єднання саме в цих точках. Ризик корозії каркаса суттєво обмежує використання металу, тому найширше використовують мідні сплави.

Притоплення та розтягування дна сітчастого мішка використовуються для того, щоб утримувати сітчастий мішок унизу та зберігати якомога більше ефективного об'єму для риби. Свинцевий канат може використовуватися для нижньої лінії у сітчастому мішку разом з загальним пригрузом. Загальний пригруз зазвичай додають в кутах та по центру. Наприклад, на квадратній клітині розміром 15×15 м, загальна кількість грузил може становити 150–200 кг, розподілені у формі загальних пригрузівпо 25 кг в кожному куті та в центрі, решта рівномірно розподілена вздовж нижньої лінії у вигляді свинцевого канату.

Швидкі течії зменшують ефективний об'єм, і додавання додаткових загальних ваг може протистояти цим процесам; однак слід бути обережним, оскільки це збільшить сили навантаження на сітчасту поверхню. Потреба у плавучості також збільшиться, і те ж саме стосується розміру системи причалу. Використання ваг також збільшить динамічні сили на сітчастому мішку, спричинені хвилями (розтяг та вільний простір). В даний час спостерігається тенденція на великих індивідуальних садках замінювати традиційні загальні ваги на дноніжку або вагове кільце. Це кільця, виготовлені з пластику (поліетилен високої щільності, HDPE), заповнені грузом, щоб збільшити щільність і потопити його. Кільце з'єднане з обідком ланцюгом, опущеним на потрібну глибину. Тут дно сітчастого мішка з'єднане з дноніжкою кільця за допомогою канатів. Є кілька канатів з'єднання між сітчастим мішком та ваговим кільцем по всьому об'єму. Вагове кільце забезпечує розподіл дна сітчастого мішка у всьому об'ємі навіть при наявності течій. Наприклад, садок з обхватом 157 м може мати дноніжку вагою до 120 кг/м (зазвичай 40–70 кг/м), що відповідає загальній вазі до 18 т.

Замість використання грузила, можуть використовуватися стрижні або ніжки для розтягування сітчастого мішка; це дає жорстку конструкцію. Екологічні сили будуть значно збільшені в результаті цього, і сітчастий мішок буде вимагати набагато більшої системи причалу.

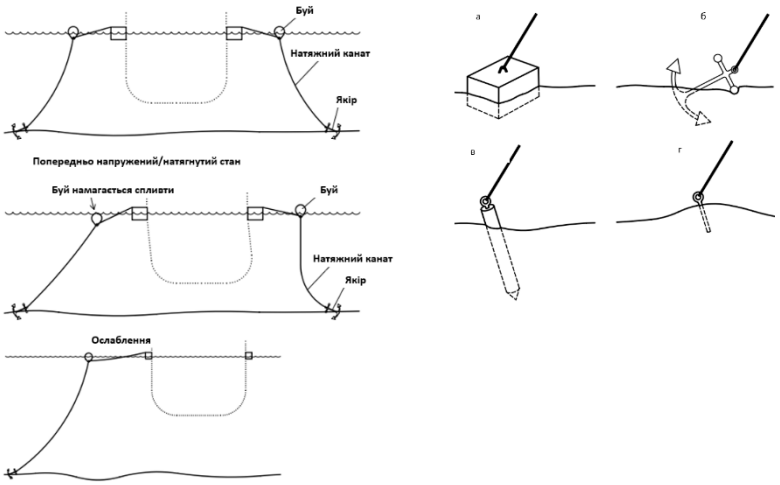


Рис. 2. Схеми закріплення садків та основні способи фіксації на дні: а) грузило, б) якір, в) паля, г) кілок.

Сітчасті поверхні можуть бути сконструйовані різними способами та з використанням різних матеріалів. В минулому використовувалися матеріали, такі як бавовна та льон. Ці матеріали стають важкими у воді, і їх міцність швидко зменшується; крім того, вони не дуже міцні на зношування. В наш час переважають синтетичні пластикові матеріали, такі як поліамід (PA, нейлон). Цей матеріал є дешевим, міцним і не занадто жорстким для роботи. Хоча нейлон або поліамід має багато переваг, він також має обмеження, особливо при використанні на відкритих місцях, включаючи погану стійкість до тертя та обмежену міцність на розтяг. З часом він також може бути більш вразливим до зношування.

Нейлон, використовуваний для сіток, виготовляється як багатоволокнистий, складаючись з декількох тонких ниток, які об'єднуються і утворюють грубшу структуру. Перевагою багатоволокнистого канату є те, що він легко згинається, , витримує більше навантажень і більш стійкий до тертя. Навпаки, одинарна нитка, виготовлена з ПЕ, є жорсткою і більш вразливим до тертя, ніж багатоволокниста. Сітки можуть бути або з вузлами,

або безвузловими, у якому випадку вони зшиваються. В минулому виникали проблеми з безвузловими мережами через їх розшивання, але сьогодні цю проблему вдалося вирішити, і як вузлові, так і безвузлові мережі є поширеними.

Звичайна форма сітки - квадратна; також використовуються гексагональні мережі, але в меншій мірі. Гексагональні мережі частіше використовуються для тягових мішків на рибальських суднах.

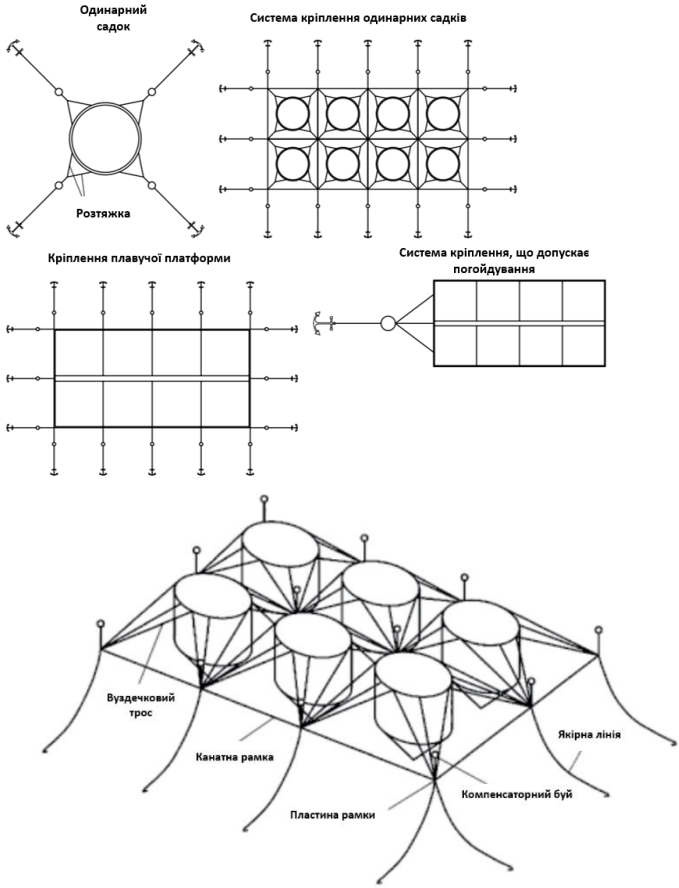


Рис. 3. Найбільш поширені способи закріплення поодиноких плавучих садків та плаваючих садкових ліній.

Тема 3. Конструкції та форми рибницьких басейнів

Басейнами називаються споруди, призначені для вирощування риб на різних етапах розвитку, обладнані системами підведення та відведення води. Басейнові господарства порівняно зі ставовими і саджалковими мають відповідні переваги, а саме: можливість регулювання умов утримання, інтенсивності і характеру водообміну та створення сприятливих термічного і хімічного режимів для вирощуваної риби; можливість цілорічного вирощування товарної продукції; доцільність повної механізації й автоматизації рибницьких процесів; створення додаткових умов для очищення води і впровадження оборотної системи водопостачання; реальність надійного контролю умов утримання риби. Отже, в умовах басейна людина має найбільші можливості контролю та підтримки заданих параметрів водного середовища. За басейнового вирощування здебільшого застосовують високу щільність посадки і годівлю повноцінними комбікормами. Продукти життєдіяльності риб і рештки корму видаляються з басейну течією води або осідають на дні і видаляються окремо. Ефективність вирощування риби визначається інтенсивністю водообміну та якістю води. Басейни залежно від різних чинників можуть бути розташованими в межах виробничого приміщення або на відкритому повітрі. Розміщення басейну впливає у першу чергу на вибір матеріалу, з якого він виготовлятиметься. Найбільш поширеними матеріалами для виготовлення басейнів є різні пластмаси, скловолокно, армована водонепроникла плівка, метал та бетон. Важливою умовою для можливості використання тої чи іншої ємності в якості рибницького басейну є нейтральність матеріалу, з якого вона виготовлена, до водного середовища. Вибір конкретного матеріалу може залежати від розмірів басейну, умов його експлуатації (на відкритому повітрі чи у закритому приміщенні), місцевих умов та економічних факторів. Так, при організації господарств на відкритому повітрі, що працюють як проточні або за схемою СОВ, більш доцільним є влаштування бетонних басейнів. У переважній більшості вони мають значні лінійні розміри, будуються у котловані із збірних залізобетонних

конструкцій або виготовляються монолітними шляхом заливання бетону в опалубку. Порівняно високі капітальні витрати на спорудження бетонних басейнів, потреба у систематичному сервісі та схильність до руйнування обмежують доцільність влаштування бетонних басейнів у сучасних інтенсивних господарствах. Водночас, для холодноводних комплексів, де відсутня потреба у терморегуляції, бетон може розглядатись як альтернатива іншим матеріалам. Достатньо часто на вже існуючому рибницькому господарстві з бетонними басейнами проводять ремонтні роботи (вкривають поверхню бетону захисними матеріалами, укладають полімерну плитку) та забезпечують належну роботу без надмірних капітальних витрат. Обмежуючими чинниками у такому разі залишаються висока теплопровідність бетону, низька сейсмостійкість, потреба у періодичному ремонті. При використанні інших матеріалів басейни розташовують вже над поверхнею землі на спеціальних підставках, каркасах або на підготованій поверхні.

У практиці аквакультури обмежено використовують металеві басейни. оскільки головними недоліком сталі є схильність до корозії, для виготовлення басейнів переважно використовують нержавіючі сплави. Попри міцність конструкції, низьку матеріалоємність та довговічність, сталеві басейни мають значні недоліки, пов’язані з високою теплопровідністю та вартістю матеріалів.

Порівняно із громіздкими бетонними конструкціями, що можуть виявитись економічно доцільними лише для створення потужного холодноводного господарства, пластмаси та скловолокно є більш технологічними матеріалами. Вони дозволяють виготовляти компактні споруди будь-яких форм та мають порівняно із бетоном ряд переваг:

- розрахунковий термін роботи без проведення ремонтів від 10 до 20 років (для бетонних споруд ремонтних період складає 3-5 років);
- гладка поверхня, низька теплопровідність;
- стійкість до ураження грибками чи бактеріями;
- сейсмостійкість;
- можливість швидкого демонтажу та пересування;

- зручність та простота монтажу додаткових елементів обладнання та арматури.

Завдяки перерахованим перевагам басейни із скловолокна та пластика є найбільш розповсюдженими у господарствах, що мають замкнуту систему водозабезпечення. Незалежно від форми, басейни з пластику або скловолокна мають кромку зверху, яка одночасно виконує функцію ребра жорсткості та забезпечує зручність його обслуговування. Кромки залежно від технології виготовлення можуть бути у вигляді прямої полиці, прямокутні або заокруглені.

Також популярним матеріалом для влаштування басейнів є водонепроникла плівка. У басейнах на відкритому повітрі це може бути жорстка поліетиленова плівка високої або низької щільності. Укладені у котлован на підготовану поверхню такі плівки дозволяють ефективно вирощувати рибу у порівняно великих відкритих ємностях. У порівнянні з бетоном вони володіють усіма перевагами пластикових басейнів. Водночас, необхідно зважати на потребу у ретельній підготовці основи, щоб виключити деформацію чи руйнування плівки. Характеристики матеріалу дещо ускладнюють обладнання таких басейнів системою подачі та підведення води, адже товщина плівки становить 1,5-2 мм. Стінки таких басейнів виконують похилими, що пов’язано з особливостями підготовки ложа басейнів. Водночас, використовуючи таку плівку можна вкривати зсередини існуючі бетонні чи цегляні конструкції, забезпечивши тим самим гідравлічні параметри басейнів з пластику. Плівка також використовується у так званих каркасних басейнах, де вона виконує роль ємності, а несучу функцію споруди бере на себе каркас. Басейни такого типу доцільно влаштовувати при потребі у порівняно великих ємностях. Каркасні басейни зазвичай значно дешевші за пластикові, але й менш довговічні. Ефективність використання виробничої площі каркасними басейнами дещо нижча через конструктивні особливості, існують певні обмеження по видах об’єктів аквакультури через потенційну загрозу руйнування плівки. Також обмежена ефективність відведення забрудненої води.

Враховуючи необхідність влаштування у басейні течії та забезпечення виведення забрудненої метаболітами риб води з

одночасною подачею свіжої води, на вибір форм басейнів буде впливати ергономіка виробничого приміщення, біологія риб та гідравлічні параметри. Найбільш поширеними формами басейнів є кругла, прямокутна видовжена та квадратна. Існують також комбіновані форми Д-подібна, О – подібна (овальна). Окремим типом можна вважати вертикальні (силосні) басейни, які переважно мають круглу форму, але за рахунок значної висоти вони мають дещо відмінні характеристики.

Басейни круглої форми характеризуються найкращими умовами для організації течії, саме рух води по колу буде потребувати мінімум прикладеної енергії. Також позитивним результатом руху по колу буде накопичення нерозчинених забруднень у центральній частині днища басейна. Кругла форма також забезпечити найвищу ефективність щодо витрат матеріалів на одиницю об'єму. Вагомою перевагою круглих басейнів є мінімальні деформації стінок внаслідок рівномірного навантаження на весь периметр кола. Певним недоліком круглих басейнів є порівняно низька ефективність заповнення виробничої площі, цей недолік проявляється гостріше при збільшення розмірів басейна та відсутності потреби організовувати кругову течію.

Характерною відмінністю видовжених прямокутних басейнів є їх гідравлічний режим, адже у такій формі важко організувати внутрішню течію. У таких басейнах течія забезпечується за рахунок подачі свіжої води з одного торця та відведенні з протилежного. Отже, видовжена прямокутна форма може бути обґрунтована лише потребою у створенні інтенсивного водообміну, адже саме у таких умовах перемішування порцій свіжої води з забрудненою буде мінімальним. Також невеликі басейни видовженої форми (так звані лотки) виявляються доволі зручними при вирощуванні багатьох видів риб на ранніх етапах розвитку. При використанні пластмас чи скловолокна для будівництва басейнів прямокутної форми необхідно забезпечувати ребра жорсткості, адже посередині кожної сторони басейна виникатиме максимальне навантаження на вигин.

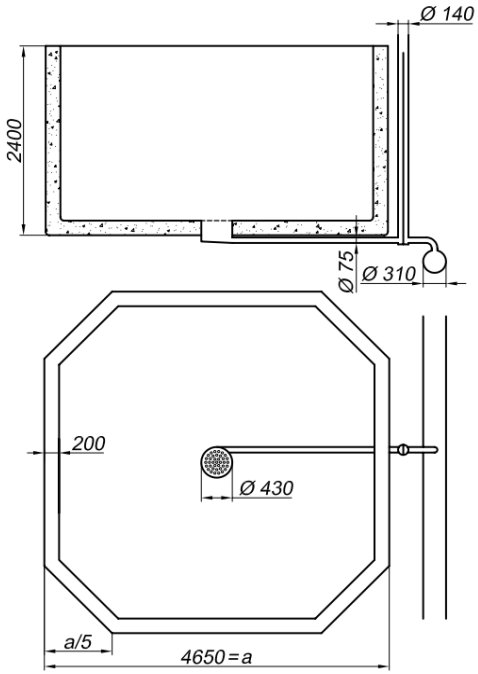


Рис. 1. Приклад прямокутного басейна із зрізаними кутами.

Басейни прямокутної форми, що наближені до квадратної, характеризуються найвищою ефективністю використання виробничих площ, адже між ними не з'являтимуться «мертві зони», характерні для групи круглих басейнів. Натомість, «мертві зони» з'являться безпосередньо у робочому об'ємі басейна при спробі організувати в ньому кругову течію. Таким чином, якщо течія по колу є важливою складовою на даному технологічному етапі, квадратні басейни виявляться не самим оптимальним рішенням. Частково усунити таку проблему дозволяє згладжування кутів басейна та перетворення його у басейн восьмикутної форми або квадратний із згладженими кутами. У разі, якщо потреба у круговій течії відсутня – квадратний басейн виявиться більш зручним в обслуговуванні та ергономічним.

Овальну форму можна вважати похідною від круглої, видовжені сторони дозволяють зменшити проблему

ефективності використання виробничих площ. Для створення у басейні течії в його центральній частині встановлюють перегородку, яка забезпечує рух води по колу. У такому випадку водообмін буде більш ефективним, адже порції свіжої води, що надходять у басейн, не будуть одразу перемішуватись з усім об'ємом басейна.

Д-побідна форма являє собою комбіновану від круглої та прямокутної. Така форма виправдовує себе, якщо басейни розміщують у два ряди, коли заокруглена частина виступає назовні, а прямокутні фрагменти щільно прилягають один до одного.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика основних форм рибницьких басейнів

Експлуатаційні властивості	Форма басейна		
	Круглий басейн	Квадратний із заокругленими кутами	Прямокутний
Ефект самоочищення	5	4	3
Час осадження	5	4	3
Регулювання кисню	5	5	4
Використання наявних площ	2	4	5

Збірні конструкції для вирощування об'єктів аквакультури можуть також мати різні форми, у тому числі і комбіновані. Перевагою збірних конструкцій є зручність транспортування великих басейнів, можливість їх зібрати у приміщенні з порівняно малими розмірами вікон та дверей. Також наявність типових елементів збірних конструкцій дозволяє зібрати басейн саме тих розмірів, які є найбільш зручними, сформувати водопровідний лоток у будь-якій конфігурації, включаючи повороти, розгалуження, шибери і т. п. Сьогодні на ринку аквакультури представлено збірні басейни з нержавіючої сталі та пластику.

Басейни силосного типу забезпечують найвищий рівень ефективності використання виробничих площ, адже на 1 м^2

площі можна розмістити об'єм у 2-3 м^3. Водночас, такі ємності підходять для вирощування далеко не усіх об'єктів аквакультури. Використовуються переважно для вирощування риб на останніх етапах. Також до недоліків силосних басейнів можна віднести обмежений контроль за рибами, потребу у складній системі аерації, конструктивні особливості, пов'язані з підведенням свіжої та відведенням забрудненої води. Силосні басейни у більшості випадків виготовляються круглими у перерізі із конічним днищем. Кругла форма забезпечує найкращу стійкість конструкції при однакових витратах матеріалів, конічне дно дозволяє ефективно відводити метаболіти, що схильні до осідання.

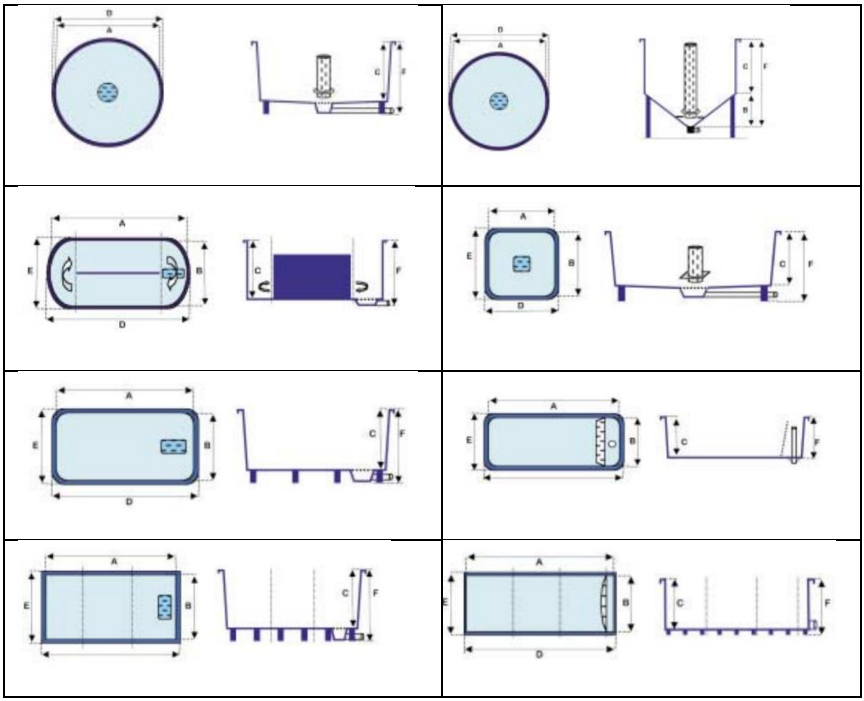


Рис. 2. Основні форми та конструктивні розміри сучасних рибницьких басейнів.

Тема 4. Лотки, трубопроводи та їх арматура у рибницьких системах

Зовнішні та внутрішні водопровідні мережі індустріальних господарств призначені для транспортування та розподілення води всередині господарства, відведення на очищення та повернення у систему. У сфері аквакультури широко використовується транспортування води за допомогою труб, але в деяких випадках застосовуються й відкриті канали. Вони використовуються для подачі води до ферм, для внутрішнього розподілу води в межах ферми та для відведення скидної води. Зазвичай такі канали будуються з бетону і мають значні розміри, тому вода транспортується з низькою швидкістю. Канали можуть також бути викопані у землі, наприклад, для забезпечення водою земляних водойм. Відкриті канали мають переваги через простоту конструкції і можливості візуального контролю потоку води, недоліки полягають у потребі дотримання нахилу по всій довжині каналу, неможливості прокачувати воду у напірному режимі. Крім того, вони мають більші зовнішні розміри порівняно з трубами і можуть створювати шум, коли вода протікає всередині. У внутрішніх системах також можливе використання лотків (водорозподільні лотки), каналів (збірні колектори). Більшість таких лотків призначені для з'єднання рибницьких басейнів із водорозподільною ємкістю або для транспортування та збору відпрацьованої води. Їх виготовляють із пластмас, окремі ділянки лотків з’єднують між собою за допомогою фланців. Промисловістю виготовляється досить широкий спектр типових розмірів водопровідних лотків із забезпеченням відповідними фасонними частинами та арматурою.

Деякі матеріали, такі як мідь, не рекомендовані для аквакультури через їхню токсичність. Сьогодні віддають перевагу поліетиленовим трубам через їх легкість, міцність та стійкість до зношування. Також використовуються труби з ПВХ, які мають просту установку за допомогою спеціального клею. Інші матеріали, такі як поліпропілен, АБС і ПВДФ, також використовуються, але в меншій мірі через їхню вартість.

Таблиця 1. Типові перерізи водотранспортуючих лотків із склопластику

Розміри перерізу, мм	Довжина, мм
130x500	4000
200x450	4000
200x550	4000
230x500	4000
400 x500	4000
600x800	4000

Для забору води із джерела водопостачання та транспортування її до споруд з попередньої обробки (зовнішні мережі) використовують переважно сталеві або чавунні труби, прокладені під землею. У системах внутрішнього водопроводу використовують пластмасові а також сталеві труби.

Чавунні труби характеризуються довговічністю, оскільки не піддаються корозії. Вони мають достатньо товсті стінки. Одним із головних недоліків їх є значна вага. Чавунні труби виготовляють розтрубними довжиною 2-7 м, діаметром 50-1200 мм. Розтрубне з'єднання герметизують за допомогою ущільнюючих матеріалів. Чавунні та інші зовнішні трубопроводи прокладаються під землею, з метою підвищення надійності забезпечення господарства водою та для можливості здійснювати ремонтно-профілактичні роботи трубопроводи водопостачання можуть прокладатися у дві лінії.

Сталеві трубопроводи виготовляють безшовними та зварними (з прямим або спіральним швом). Вони витримують значно більші динамічні навантаження, ніж чавунні, легші та зручні у монтажі. Діаметр труб – 6-1400 мм, довжина 4-12 м. сталеві труби з’єднують за допомогою зварювання (зовнішні мережі) та різьбовим з'єднанням (внутрішні мережі). Недоліком є здатність до корозії. З метою запобігання корозії зовнішньої поверхні стінок сталеві труби покривають захисною ізоляцією.

За останні роки обсяги використання сталевих та чавунних труб стрімко зменшуються, що пов’язано із широким застосуванням пластмасових трубопроводів. Пластмасові труби

виготовляють з поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду та вінілпласту. Максимальний діаметр пластмасових труб – 630 мм, довжина – 6-12 м. Труби малого діаметра випускають великої довжини та змотують у бухти. Пластмасові труби значно легші за металеві, стійкі до корозії, мають низький гідравлічних опір та низьку теплопровідність, легко стикуються та обробляються, є гнучкими та пластичними. Недоліками є зміна властивостей при зміні температури (високий коефіцієнт лінійного розширення, погана стійкість до низьких температур).

Пластмасові трубопроводи використовують переважно у внутрішніх системах подачі води (переважно напірні трубопроводи), для водовідведення (безнапірні). Більшість труб з ПВХ розраховані на тиск від 0 до 16 Бар. При безнапірному режимі руху води можливе використання гнучких тонкостінних труб діаметром 15-40 мм. Використання пластмасових труб в якості зовнішніх мереж вимагає ретельної термоізоляції та прокладання під землею.

Клас тиску визначає максимальний тиск, який труба чи її частини можуть витримати. Це важливо для правильної інсталяції труб, оскільки потрібно знати тиск води, яка протікає через них. Клас тиску (PN) виражається у барах, де 1 бар дорівнює 10 метрам водяного стовпа (мН2О), тобто 98 100 Па. Наприклад, труба з класом тиску PN4 може витримувати тиск 4 бар, або 40-метровий водяний стовп. Це означає, що якщо тиск у трубі перевищить 4 бар, труба може розірватися. У рибництві часто використовуються класи тиску PN4, PN6 і PN10. Труби з різними класами тиску відрізняються товщиною стінки: для вищого тиску потрібні товщі стінки. Потрібно також пам'ятати, що труби вищого класу тиску зазвичай коштують більше через більшу кількість матеріалу, що використовується для їх виготовлення.

При проектуванні трубопроводу з різними класами тиску важливо врахувати різні параметри. Наприклад, якщо вода подається з джерела, розташованого на висоті 100 метрів над рибогосподарством, можна використати трубу з класом тиску PN4 для першого перепаду на 40 метрів, трубу PN6 для наступного перепаду на 20 метрів і трубу PN10 для кінцевого перепаду висоти 40 метрів.

Деякі проблеми, пов'язані з зміною тиску, включають гідроудар та вакуум. Гідроудар може виникнути, наприклад, коли вентиль у довгій трубі раптово закривається, що призводить до високого місцевого тиску в кінці труби. Це може призвести до руйнування труби. Щоб уникнути цього, слід уникати різкого закриття клапанів або використовувати спеціальне обладнання для зменшення гідроудару. Вакуум може утворюватися в трубі, наприклад, коли вона прокладена на різній висоті і виконує функцію сифона. Вакуум може призвести до деформації і руйнування труби. Тому важливо уникати утворення вакууму в системі трубопроводу. У разі, якщо ймовірність утворення вакууму є надто високою, варто встановити на таких ділянках труби вищого класу тиску.

Діаметри труб стандартизовані в різних галузях промисловості, включаючи аквакультуру, з розмірами від 20 мм до 630 мм для різних застосувань. Внутрішній діаметр, важливий для розрахунку швидкості води, визначається шляхом віднімання подвійної товщини стінки від зовнішнього діаметра. Труби з вищими рейтингами тиску мають товстіші стінки порівняно з тими, що мають нижчі рейтинги.

Виробники зобов'язані чітко маркувати всі труби та частини труб, зазвичай з маркуванням, нанесеним на трубу кожен метр. Стандартизовані маркування включають інформацію, таку як матеріал труби, клас тиску, зовнішній діаметр, товщина стінки, деталі виробника та дата виробництва. Важливо використовувати стандартизовані частини труб при проектуванні рибних ферм.

З'єднання труб і трубних частин можуть бути виконані різними способами в залежності від матеріалу, з якого виготовлені труби та трубні частини. Для поліетилену єдиний можливий спосіб з'єднання - зварювання (нагрівання). Цей процес може бути виконаний за допомогою тупого дзеркала для нагрівання або методом електрозварювання. Під час використання дзеркала для зварювання обидві труби, які потрібно з'єднати, нагріваються на дзеркалі, щоб зробити їх м'якими та липкими; потім дзеркало видаляється, і труби притискаються одна до одної. Матеріали обох частин зливаються разом і формують нерухоме з'єднання. Стійкий дріт є невід'ємною частиною електрозварювальної гнізди. Коли через

нього пропускається електричний струм, матеріал навколо дроту розплавляється, включаючи дві частини труби, додані до гнізда, і таким чином утворюється нерухоме з'єднання.

Безнапірні трубопроводи, що відводять воду від ємкостей, басейнів та інших технологічних споруд найчастіше з'єднуються муфтовим з'єднанням (за допомогою вставних з'єднувальних елементів із гумовими ущільнювачами). Напірні трубопроводи водопостачання з'єднують переважно за допомогою різьбового з'єднання, або склеюванням. Залежно від способу з'єднання застосовують відповідну арматуру та фітинги. Для з'єднання ділянок трубопроводів з різних матеріалів використовують ніпелі, перехідники та муфти.

Арматура трубопроводів призначена для регулювання, розподілення, управління та перекривання потоків рідини. Залежно від призначення розділяють запобіжну (зворотні та запобіжні клапани), водорозбірну (крани, поплавкові клапани), регулюючу (регулятори тиску та витрат) та запірну (вентилі, засувки, крани) водопровідну арматуру. Діаметри арматури повинні мати ті ж величини умовних проходів, що і труби для їх з'єднання. Приєднання арматури до трубопроводів здійснюється переважно таким самим способом, як і з'єднання труб (за виключенням розтрубного з'єднання). Найбільш доцільним є приєднання арматури за допомогою різьбового з'єднання, що дає можливість легкої заміни арматури у разі поломки.

Зворотні клапани призначені для забезпечення руху води лише в одному напрямку. Вони встановлюються на всмоктувальних трубопроводах насосів з метою попередження витікання води із камери насосу у період зупинки чи простою. На всмоктуючих трубопроводах встановлюють також так звані приймальні клапани із захисними сітками, принцип роботи яких не відрізняється від зворотних клапанів. Зворотні клапани доцільно встановлювати також на трубопроводах, що подають воду у ємкості із рибою і при цьому прокладені нижче рівня води у ємкості та занурені у неї. Це дає можливість попередити витікання води із ємкості у разі зупинки подаючого насосу. Найбільш розповсюдженими є конструкції зворотних клапанів з підйомним або поворотним механізмом.

Запобіжні клапани використовують для автоматичного випуску води із труб та резервуарів при появі тиску вище допустимого. У зв'язку із специфікою систем водопостачання індустріальних господарств така арматура на трубопроводах використовується рідко, водночас запобіжні клапани є важливим конструктивним елементом напірних самопромивних механічних фільтрів (НСФ та ін.)

Поплавкові клапани як водорозбірна арматура господарства можуть використовуватись у автоматизованих системах подачі води та регуляції рівня. Також поплавковими клапанами обладнуються деякі конструкції біофільтрів, що працюють із періодичним змочуванням фільтруючого завантаження.

Для можливості регулювати витрату води у трубопроводі, перекривати трубопроводи у разі необхідності проведення ремонтно-профілактичних чи технічних робіт на трубопроводах використовують запірно-регулювальну арматуру. Серед даного обладнання можна виділити пристрої, що приводяться у дію механічними рухами людини, електропристрої та саморегулюючі механічні пристрої. Регулююча арматура призначається для підтримання витрати або тиску у мережі у заданому діапазоні. Так регулятори тиску понижують тиск та підтримують його "після себе". У якості регуляторів витрати використовують запірні вентилі та діафрагми. Вентилі відіграють важливу роль у регулюванні потоку води та його напрямку в системах аквакультури. Використовуються різні типи вентилів, включаючи кульові, мембранні та кутові клапани. Вибір клапана залежить від динаміки потоку в системі та конкретних вимог ферми. Кульові вентилі, хоча й є економічними, характеризуються низькою точністю регулювання та найкраще підходять для відкриття/закриття трубопроводу через їх простий дизайн. Мембранні вентилі, керовані мембраною, яку тягне поршень, надають точне регулювання потоку, але за вищою ціною та збільшеним втратами напору. Кутові вентилі також забезпечують точне регулювання потоку, але вони дорожчі та мають більші втрати напору порівняно з кульовими клапанами. Для точного регулювання потоку, особливо в системах з одним резервуаром, рекомендується використовувати мембранні або

кутові вентилі. Однак важливо зазначити, що ці клапани можуть призвести до значно вищих втрат напору порівняно з кульовими.

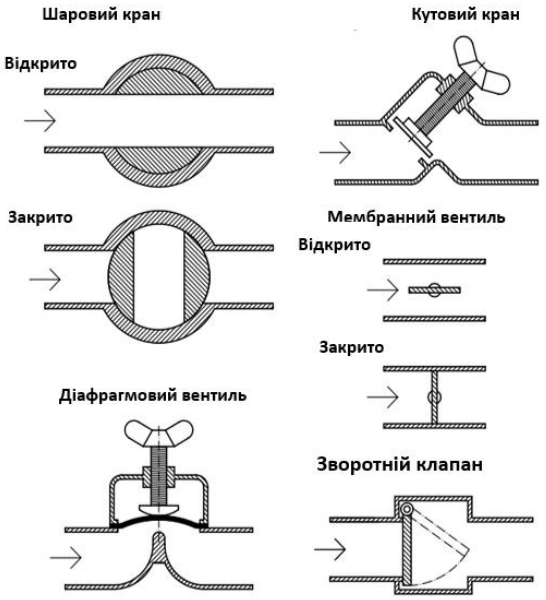


Рис. 1. Основні види запірно-регулювальної арматури.

Використання регулюючої арматури є необхідним для рівномірного розподілу води у окремо розташовані рибоводні ємкості, що мають однаковий об’єм та технологічний режим використання. Таким чином, різні втрати напору по довжині подаючих трубопроводів не призведуть до збільшення проточності одних ємкостей за рахунок її зниження у інших ємкостях.

Регулювання витрати води у трубопроводі здійснюється за допомогою, вентилів, механічних засувок та засувок з електроприводом. Останні дозволяють створювати автоматизовані системи водозабезпечення. Запірна арматура, що призначена як для управління та регулювання, так і для

перекривання потоків рідини, широко використовується у внутрішніх та зовнішніх водопровідних мережах господарств. До запірної арматури відносять зворотні клапани та шарові крани.

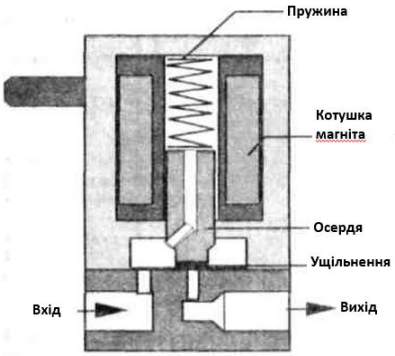


Рис. 2. Схема засувки з електромагнітним клапаном.

Зворотні клапани призначені для забезпечення руху води в лише одному напрямку, їх використовують на трубопроводах (з метою забезпечення надійної роботи повітряного агрегату), на всмоктуючих лініях поблизу насосу (для попередження витікання води із робочої камери насосу при його зупинці), на занурених у басейни подаючих патрубках та ін. Шарові крани та запірні клапани дозволяють повністю перекривати або відкривати трубопровід, вони встановлюються з метою можливості періодичного відключення окремих відгалужень трубопроводу. Регулюючу та запірну арматуру виготовляють із металів (переважно для великих діаметрів) та пластмас (для малих діаметрів трубопроводів).

Трубопроводи, що подають воду від насосних станцій до господарств обов'язково обладнуються засувками, які призначаються для можливості регулювати витрату води, перекривати трубу у разі необхідності проведення ремонтно-профілактичних робіт. На внутрішніх трубопроводах використовують коркові, кульові крани, вентилі та іншу арматуру. Її призначення полягає переважно у забезпеченні регулювання витрати води, що подається до окремого басейну,

перекривання окремої ділянки трубопроводу у разі необхідності проведення огляду чи ремонту, відключення певної частини господарства на певний час. Проте важливо пам'ятати, що всі клапани створюють втрати напору, розмір яких залежить від типу використаного клапана; наприклад, діафрагменні клапани мають великі втрати напору. Це слід враховувати при плануванні ферми. При виборі типу клапана важливо мати достатній тиск, щоб забезпечити підтримання необхідної швидкості потоку води через клапани; якщо втрати напору занадто великі, потік води в або всередині ферми буде зменшено

Для регулювання витрат води у лотках використовують ручні засувки та шибери. Для забезпечення проектування мереж із лотків під кожен типовий розмір виготовляється відповідна фасонна частина – кутники на 45º чи 90º та кінцеві плити для під'єднання до споруд.

У рибницьких індустріальних господарствах доцільним є також використання автоматичної арматури, що дозволяє знизити трудомісткість виробничих процесів, забезпечити надійне управління та уникнути негативного впливу "людського фактору".

Для вимірювання витрат води у трубопроводах використовують витратоміри (поплавцеві, лопатеві, ультразвукові та магніто-індуктивні); витрата води у лотках вимірюється за допомогою вимірювальних лотків

Відповідні водовідвідні системи монтуються за допомогою труб, арматури та спеціальних фітингів. Найбільш поширеними є з'єднувальні муфти, перехідники, хрестовини, трійники, коліна. З'єднувальні муфти призначені для жорсткого з'єднання двох окремих труб однакового діаметру. Перехідники використовуються для з'єднання труб різних діаметрів. Хрестовини та трійники забезпечують розгалуження потоків води у водопроводі та збір води у загальний трубопровід у водовідвідних системах. Коліна та кутники призначені для влаштування на прямих ділянках трубопроводів поворотів, - для водопровідних труб виготовляють переважно коліна 45º та 90º.

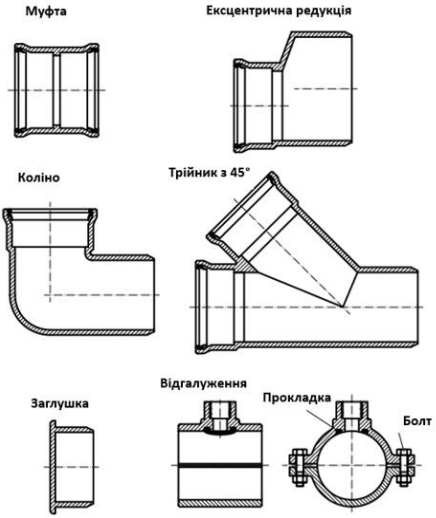


Рис. 3. Основні фасонні елементи трубопроводів.

На відміну від кутників, коліна забезпечують мінімальні втрати напору на повороті за рахунок наявності дугоподібної ділянки, тоді як у кутники напрямок руху води змінюється практично в одній точці.

Значення гідравлічного опору				
Діаметр	20	32	50	63
Коліно	1.5	1	0,6	0,5
Кут	2	1,7	1.1	0,8

Рис. 4. Порівняльна характеристика втрат напору у кутовому повороті труби на 90° та коліні з аналогічним кутом повороту.

Тема 5. Насоси для перекачування води в аквакультурі

Будь-яку сучасну рибницьку систему із замкнутим циклом водо забезпечення неможливо уявити без насосів, які забезпечують рух води у господарстві. Насосами називаються гідравлічні машини, які передають протікаючій всередині них рідині енергію, отриману зовні. Завдяки цьому рідина піднімається на деяку висоту або отримує відповідний тиск. У сучасних системах УЗВ насоси широко використовуються для наступних потреб:

- перекачування підживлювальної води з природних джерел водопостачання до господарства;
- циркуляції води в межах господарства (для повторного використання після очищення);
- забезпечення течії води у ємностях для утримання риби;
- дозування реагентів у господарстві.

Залежно від витрати води, виду джерела водопостачання, необхідних напорів, призначення та інших факторів використовують різноманітні типи та конструкції насосів. Переважно до насосів підводиться механічна енергія (відцентрові, поршневі і т.п.), або використовують потенціальну чи кінетичну енергію рідкого чи газоподібного середовища (струменеві, ерліфти і т.п.).

Залежно від умов роботи насоси поділяють на занурені (розташовані у воді або середовищі, яке вони перекачують) та зовнішні або поверхневі (знаходяться поза рідини). Насоси, що здатні створювати вакуум у всмоктуючому трубопроводі, називаються самовсмоктуючими, тобто такий насос, знаходячись вище рівня води здатний підсмоктувати її та перекачувати. Самовсмоктуючі насоси можуть легко всмоктувати воду з глибоко розташованого резервуару. Вони обладнані, як правило, попереднім резервуаром на всмоктуючій стороні або іншим пристроєм, який запобігає роботі насоса без води, Під роботою насоса без води розуміють ситуацію, коли немає води в корпусі ротора. Така ситуація небезпечна для кожного насоса, оскільки при цьому можуть ушкоджуватися підшипники і ущільнення.

При включенні насос відразу повинен заповнюватися водою для того, щоб він взагалі міг працювати. Жоден насос не може всмоктувати воду при різниці висот більше 10 м. Ця різниця висот відповідає атмосферному тиску. Для раціональної роботи всмоктуючий насос повинен працювати до різниці висот близько 2,5 м, інакше слід забезпечити інші технічні рішення. Для того, щоб була можливість регулювання, самовсмоктуючі насоси повинні мати робоче устаткування тільки на стороні нагнітання. На відміну від них, нормальновсмоктуючі насоси такий вакуум не створюють і можуть перекачувати рідину лише за умови самопливного надходження її у робочу камеру (насос має бути розташований нижче рівня води). Таким чином, більшість занурених насосів працюють як нормальновсмоктуючі насоси, зовнішні насоси можуть бути як нормально всмоктуючими, так і самовсмоктуючими.

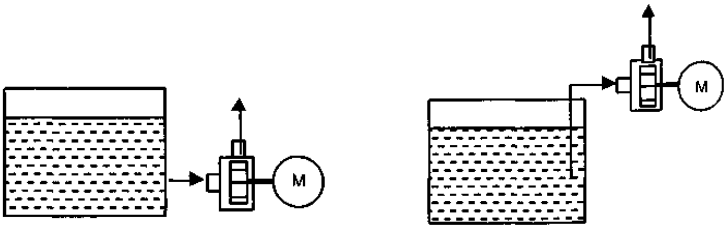
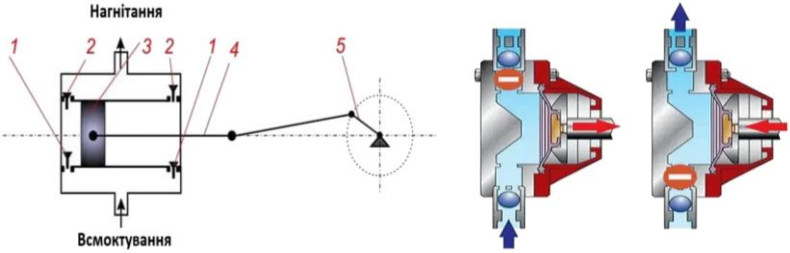


Рис. 1. Характерне розташування відносно рівня води нормально всмоктуючого та самовсмоктуючого насосів.

За принципом роботи і конструкцією робочих органів насоси поділяють на об'ємні та динамічні. В динамічних рідина переміщується під дією сили в камері, яка постійно сполучена із входом і виходом насосу. Об'ємні насоси працюють за принципом, при якому рідина переміщується шляхом періодичної зміни об'єму камери при перемінному сполучені її із входом і виходом. Рідина за кожний цикл подається певними порціями - об'ємами.

Об'ємні або поршневі насоси працюють за принципом примусового механічного витіснення замкнутого об'єму рідини (рис. 2). Таким чином, об’єм робочої камери насосу постійно

змінюється, забезпечуючи почергове засмоктування порції рідини наступним її витісненням через нагнітальний патрубок. Відповідно, для забезпечення спрямованого руху рідини робоча камера обладнується клапанами.



а б

Рис. 2. Схема об'ємних насосів: а) поршневого горизонтального (1 – впускний клапан; 2 – випускний клапан; 3 – поршень; 4 – шток; 5 – кривошип); б) мембранного.

До ***динамічних*** насосів відносять:

- лопатеві (відцентрові, осьові, діагональні), в яких рідина переміщується шляхом обтікання лопатей робочого колеса (Рис. 3 а, б);
- вихрові, в яких рідина переміщується по периферії робочого колеса (Рис. 3 в);
- шнекові насоси, в яких рідина переміщується шнеком (гвинтом) вздовж його осі (Рис. 3г);
- ерліфти (повітряні водопідйомники), в основу роботи яких покладено принцип використання різниці густини рідини і повітряно-водяної суміші в системі сполучених трубопроводів (Рис. 6);
- струменеві, які використовують енергію рідини, що підводиться зовні (Рис. 7).

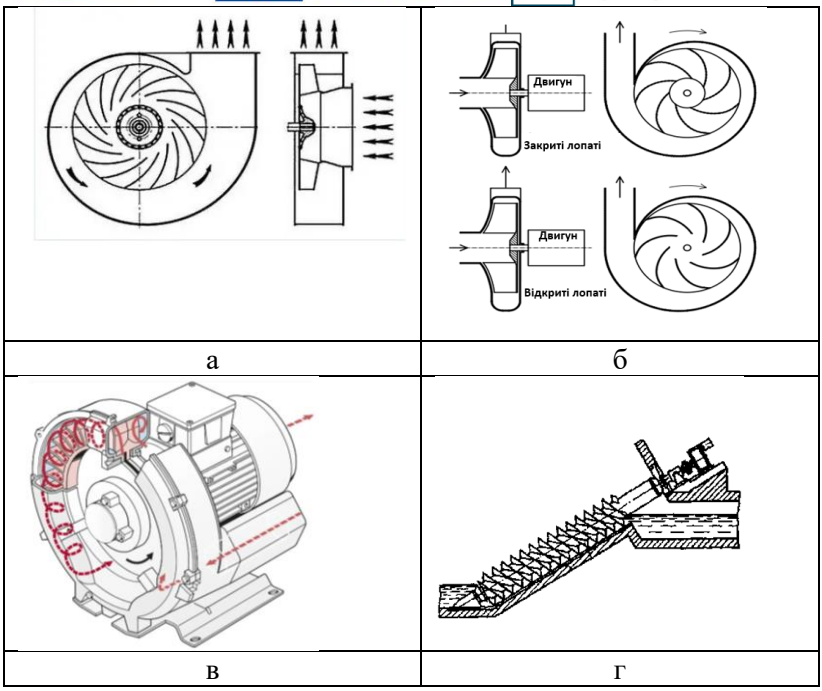


Рис. 3. Схеми відцентрового (а, б), вихрового (в) та шнекового (г) насосів.

Поршневі та вихрові насоси для підйому води застосовують рідше і лише в тих випадках, коли при невеликих витратах потрібен високий тиск. Поршневі насоси тихохідні, мають значні габарити і вагу, їх можливо запускати без заливання водою і їх коефіцієнт корисної дії знаходиться в межах 0,7-0,9. Значним недоліком поршневих насосів є нерівномірність подачі води.

У індустріальному рибництві найбільш широко використовуються відцентрові та осьові насоси, які характеризуються достатньо високим ККД (60-80%), простотою конструкції, рівномірною подачею води та надійністю роботи. Відцентрові насоси розділяють за такими ознаками:

- напором: низького тиску до 0,2 МПа, середнього тиску 0,2-0,6 МПа і високого тиску більше 0,6 МПа;

- за числом робочих коліс: одноколісні і багатоколісні;
- від розташування вала: горизонтальні і вертикальні;
- за всмоктуванням води: з одностороннім та двостороннім входом;
- за умовами монтажу: надземні, плаваючі, заглиблені, артезіанські та інші.

Конструкція насосів з декількома робочими колесами дозволяє суттєво підвищити його напір. У переважній більшості колеса однакові, розміщені одне за одним на валу двигуна. Напір створений у робочій камері першим колесом передається у наступну камеру, де наступне робоче колесо створює додатковий напір (Рис. 4). Існують також конструкції відцентрових насосів, які мають два колеса, що відмінні за будовою.

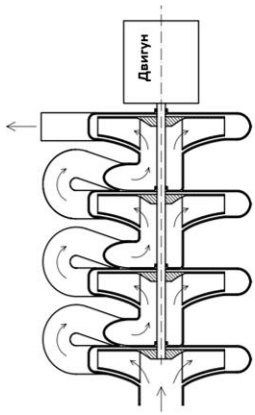


Рис. 4. Схема багатоколісного відцентрового насоса.

У осьових насосах потік рідини прямує вздовж осі від входу до виходу насоса. Це відрізняє їх від відцентрових насосів, де потік рідини перпендикулярний осі насоса. Зазвичай в осьових насосах робоче колесо має спеціальну конструкцію лопатей або крил, які спрямовують потік рідини вздовж осі насоса. Коли робоче колесо обертається, ці лопаті або крила виконують функцію рухомих частин, які "перетягують" рідину вздовж осі насоса. Таким чином, хоча саме робоче колесо закріплене на осі і

обертається разом з нею, його конструкція призначена для створення потоку рідини паралельно до осі насоса. Це дозволяє осьовим насосам ефективно перекачувати рідину вздовж великих відстаней та великих об'ємів. Загалом, осьові насоси характеризуються високим ККД, але їх конструкція не дозволяє створювати великий напір. Тому в аквакультурі такі насоси застосовують для перекачування значних об’ємів води з незначним перепадом між рівнями. Також конструктивні особливості осьових насосів зумовлюють зміну напрямку руху води відносно забірного патрубку, - це пояснюється необхідністю ізолювати двигун від робочої камери при тому, що лопаті насоса спрямовують порції води вздовж осі (Рис. 5).

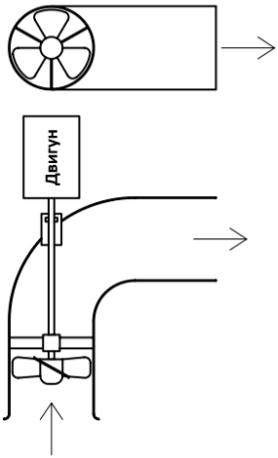


Рис. 5. Схема осьового насосу з вертикальним розташуванням валу робочого колеса.

Повітряні підйомники – ерліфти (Рис. 6) для підйому і подачі води використовують стиснене (розріджене) повітря і тому потребують наявності компресорних станцій. Ерліфти досить прості, надійні за конструкцією та в експлуатації, але коефіцієнт корисної дії їх роботи досить низький: 0,25-0,35.

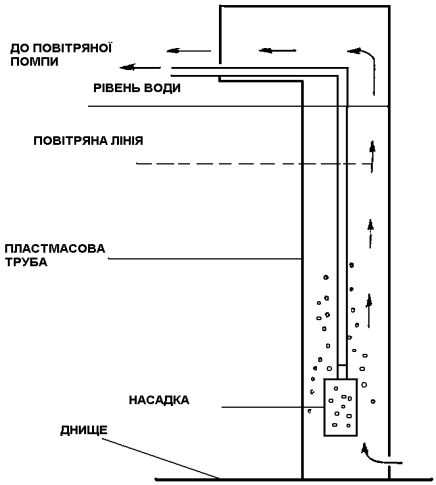


Рис. 6. Схема роботи ерліфта.

Струменеві насоси знайшли широке застосування для відкачки осаду, для змішування і циркуляції води у басейнах та лотках, оскільки фактично являють собою компактний вузол, який потребує мінімального обслуговування, не використовує електроенергію та не має компонентів, що потребують регулярної заміни чи корекції.

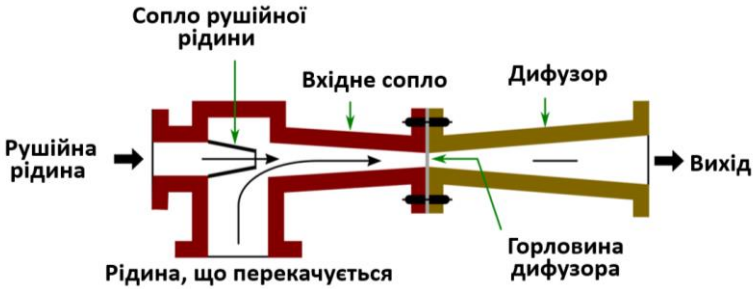


Рис. 7. Водоструменевий насос.

Занурені відцентрові та осьові насоси використовують при заборі води із підземних джерел. Двигуни цих насосів виготовляють водонепроникними, крім того, мотори в цьому випадку обов'язково повинні бути заземлені. Занурені відцентрові насоси також широко використовуються для створення у басейнах внутрішньої циркуляції води та ежекційної аерації.

Підбір насосів та устаткування здійснюється виходячи із забезпечення необхідної подачі води з визначеним напором. Конструкція обирається залежно від місцевих умов, призначення та інших чинників. Характеристика насоса - це залежність напору, потужності, ККД і допустимої висоти всмоктування від подачі насосу для певної частоти обертання (n) і діаметра (D) робочого колеса. Характеристики насоса бувають аналітичні і графічні. На робочих графічних характеристиках насосів на кривій Q-H хвилястими лініями вказують рекомендовану область використання насоса, яка відповідає найбільш економічному і стабільному режиму його роботи, а також максимальному значенню ККД. ККД є одним із головних критеріїв вибору насосів, оскільки економія електроенергії дозволяє знизити собівартість продукції рибництва. Матеріали, із яких виготовляється насос, мають задовольняти умови експлуатації та якість води, що перекачується. Шумність насосів є критерієм, на який необхідно зважати при умові постійного перебування персоналу у зоні роботи насосів. Усі насоси із ротором є більш шумними, ніж насоси без ротору. Найбільш тихими є занурені електромагнітні насоси, які практично не викликають дискомфорту. Звук зануреного насосу будь-якої конструкції буде заглушуватися водою, - зовнішній насос аналогічної конструкції буде більш шумним. Наявність на сучасному ринку великої кількості відомих європейських та американських марок, що виготовляють насоси, продукції країн Азії (переважно Китаю) дають широкий простір для вибору обладнання, де окрім особистих уподобань замовника, важливу роль відіграють також вартість, надійність, гарантійний термін роботи та репутація виробника.

Подача та напір насоса можуть бути регульовані кількома способами, залежно від типу насоса та його конструкції. Найбільш поширеними методами є:

- Зміна обертів насоса: Багато насосів, зокрема відцентрові насоси, можуть регулювати подачу та напір шляхом зміни обертів двигуна насоса. Це може бути досягнуто за допомогою частотного приводу або швидкісного редуктора.
- Використання клапанів: У деяких системах можна встановити клапани на виході або вході насоса для регулювання подачі рідини. Регулюючи відкриття або закриття клапанів, можна змінювати обсяг рідини, яка подається насосом.
- Використання змінної геометрії лопатей або крил: Деякі насоси, такі як відцентрові насоси з регульованим напором, можуть мати механізм змінної геометрії лопатей або крил, який дозволяє змінювати напір та подачу.
- Використання діафрагми: У випадку діафрагмових насосів, напір і подача можуть бути регульовані зміною розміру діафрагми або швидкості її руху.

Регулюючі і запасні споруди. Регулюючі і запасні споруди в системі водопостачання - це напірні або безнапірні резервуари з певним об'ємом води, який потрібний для регулювання роботи системи. Регулювання полягає в узгодженні різних режимів подачі і споживання води за допомогою акумулюючих ємкостей. При подачі води поверх споживання вона накопичується в ємкостях, а при недостачі - забирається з них. Регулювання забезпечує відносно рівномірну роботу водозабору, очисних установок і насосів. Регулюючі і запасні ємкості для установок індустріального рибництва рекомендується об'єднувати в одній споруді. В окремих випадках замість безнапірних ємкостей влаштовують гідропневматичні баки. Необхідний напір в таких установках створюється стисненим повітрям. Недоліками таких систем є потреба в більш високих напорах насосних станцій, що зумовлює додаткові витрати електроенергії, і наявність компресорів. Перевагою гідропневматичних установок є те, що їх можливо розташувати в любому місці водонапірної мережі, а також в спеціальних приміщеннях під землею. Використовувати гідропневматичні установки доцільно при невеликих витратах води.

Тема 6. Механізми для боротьби із заростанням водними та повітряно-водними рослинами

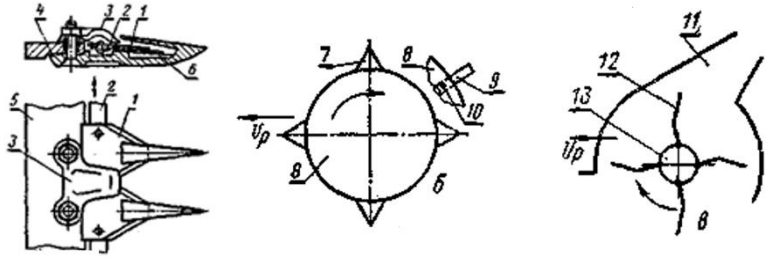
Заростання прибережної зони рибницьких водойм повітряно-водними та водними рослинами суттєво ускладнює проведення виробничих операцій, пов'язаних з годівлею, обловом водойм та поступово перетворює прибережну смугу на несприятливе для риб середовище (накопичення мулу, гниття відмерлих рослин). Тому на водоймах щосезонно застосовують засоби механізації для зрізання та видалення надлишкової рослинності. Технологічні операції, які при цьому виконуються, залежать від гідравлічного режиму водойми, крутизни схилів та наявності під'їзних шляхів.

Боротьбу з жорсткою водяною рослинністю на спускних рибогосподарських водоймах рекомендується проводити в два етапи: по сухому ложу і по воді. Перед заливанням ставів очерет, рогіз та інші водяні рослини викошують, а їх кореневища подрібнюють болотним плугом, дисковою бороною чи болотною фрезою. При цьому доцільно дотримуватися таких умов: перше скошування по воді проводять до або на початку цвітіння якомога ближче до коріння, що призводить до загнивання й загибелі рослин, повторне – по молодих пагонах. Скошену рослинність необхідно видаляти з водойми, оскільки вона, загниваючи, погіршить кисневий режим. У рибницьких господарствах також виникає потреба видалення рослинності зі схилів дамб і каналів. Викошування рослинності вручну характеризується високою трудомісткістю, тому доцільним є застосування засобів механізації. У разі, якщо рельєф дозволяє рухатись техніці, для цього використовують берегові косарки різноманітних конструкцій, досить часто використовують каналообкошуючі меліоративні машини.

За способом взаємодії із стовбурами рослинності, що зрізається, робочі органи обкошуючих машин поділяють на ротаційні (одно- і багатороторні), сегментні (сегментно-пальцьові і двоножові), ножові і підбиральні. Робочі органи самохідних косарок навішуються на тракторі або на самохідному шасі. Для скошування рослинності на укосах каналів і гребель використовують косарки з бічним консольним робочим органом,

для обкошування берм і дна – з фронтальним робочим органом. На таких машинах використовують два види робочих органів: сегментний і ротаційний.

У сегментних косарок ріжучий апарат сегментного (сегментний-пальцьового) типу має рухому частину – ніж, який складається із спинки 2 з приклепаними до неї сегментами 1. Нерухома частина ріжучого апарату складається з бруса 5 з прикрученими до нього пальцями 4, забезпеченими протиріжучими пластинами 6. Сегменти ножа утворюють з протиріжучими пластинами ріжучу пару (зрізає з підпором). Притиски 3 забезпечують мінімальний зазор між сегментами і протиріжучими пластинами. При числі подвійних ходів більше 500 за хвилину виникають значні динамічні навантаження, що викликаються неврівноваженими силами інерції при зворотно-поступальному русі сегментів. Цей недолік усувається в двоножовому ріжучому апараті, де сегменти двох брусів рухаються назустріч один одному, проводячи різання з підпором. При цьому взаємно врівноважуються сили інерції брусів.



а б в

Рис. 1. Основні типи робочих органів механічних косарок: а – сегментний; б – ротаційний (вісь робочого органу розташована перпендикулярно поверхні; в – ротаційний (вісь робочого органу розташована паралельно поверхні).

У сегментних косарок з бічним консольним навішуванням робочого органу робочий орган 1 шарнірно навішується за допомогою рам 3 на раму трактора 9. При обкошуванні укосу робочий орган 1 спирається на черевики 16 та 17 з лижами, що ковзають по укосу, за допомогою яких встановлюють висоту зрізу. Черевики забезпечують самовстановлення і пристосованість до рельєфу при нерівних укосах за рахунок пружинної підвіски 5.

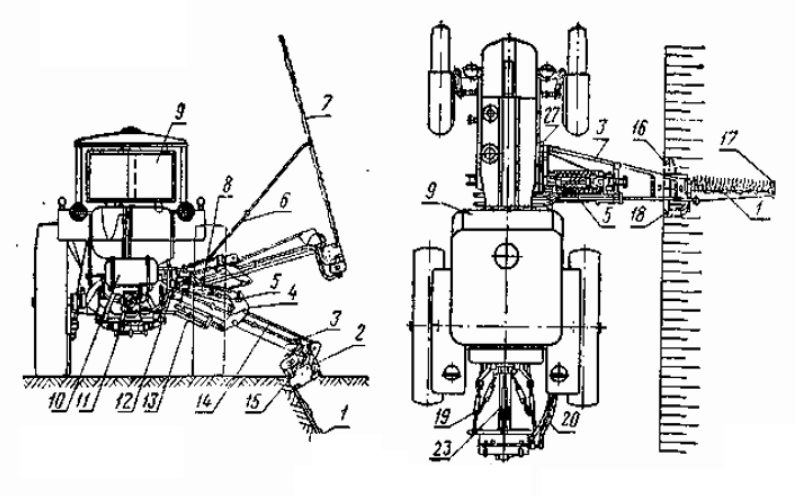


Рис. 2. Схема сегментної берегової косарки, що навішується консольно.

Ротаційні косарки мають ріжучий апарат ротаційного типу з віссю обертання перпендикулярної обкошуваної поверхні, який зрізає рослини при русі уздовж обкошуваної поверхні ножами 7, закріпленими на несучому диску, що обертається, 8. Застосовують також прямі ножі 9, сполучені з диском 8 шарнірно пальцями 10 і утримувані в радіальному положенні відцентровою силою (при зустрічі з перешкодою ножі повертаються). Ріжучий апарат зрізає стебла без підпору, використовуючи інерцію спокою стовбура, що вимагає значної окружної швидкості (20-40 м/с).

Фронтальні косарки з сегментним робочим органом

призначені для обкошування берм і пологих ділянок. Ріжучий апарат фронтальної косарки розташовується перед трактором 3. Брус підвішений на передній рамі 10 і розташований із змішенням таким чином, що трактор при обкошуванні рухається на безпечній від брівки каналу відстані.

Ріжучий апарат разом з передньою рамою 10 має свободу повороту навколо горизонтальної осі, що дозволяє ріжучому апарату самовстановлюватись залежно від мікрорельєфу обкошуваної берми. Крім того ріжучий апарат 11 спільно з передньою рамою 10 і основною рамою 5 можуть повертатися навколо шарніра 4, причому рама 5 спирається на ролики, встановлені на важелях 14 пружинної підвіски з пружинами 13. Таким чином, вся система виявляється вивішеною щодо нижньої рами 15.

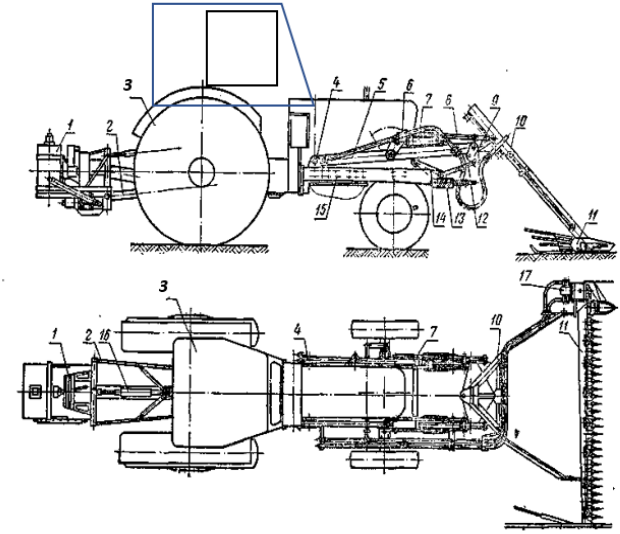


Рис. 3. Сегментна фронтальна косарка: а – вигляд збоку; б – вигляд зверху; 1 - гідронасосна станція; 2 - важелі навісної системи; 3 - колісний трактор; 4 - шарнір; 5 - основна рама; 6 - важелі задні; 7 - гідроциліндри; 8 - тяга верхня; 9 - важіль передній; 10 - рама передня; 11 - ріжучий апарат; 12 - тяги нижні; 13 - пружини; 14 - важелі нижні; 15 - нижня рама; 16 - карданний вал; 17 - гідромотор.

Ротаційні косарки бувають одноротрні і багатороторні, останні з постійним і змінним вильотом від брівки.

Одноротрна косарка призначена для скошування рослинності на укосах ротором із вставними ножами. Зрізана рослинність відкидається або самим диском, або лопатками, розташованими на його верхній поверхні. Ротор має кожух, форма якого зроблена так, щоб направляти рослинність, що викидається, на берму. Робочий орган встановлений на рамі, яка шарнірно пов'язана з поворотною рамою і через неї з основною рамою на тракторі. Ротор встановлюється гідроциліндрами і має привід від гідромотора.

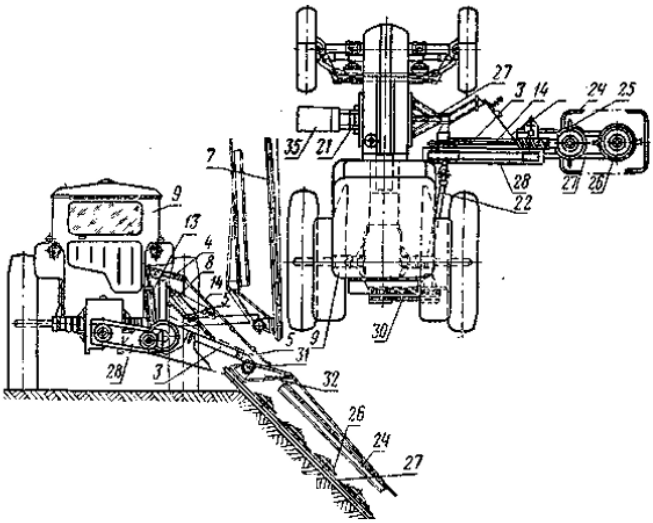


Рис. 4. Схема багатороторної косарки з консольним навішуванням на базі колісного трактора.

Багатороторна косарка з постійним вильотом (рис. 4) має 4 - 5 роторів 26 з прямими шарнірно встановленими ножами 25. Рама 27 робочих органів навішується консольно на раму трактора 9 через раму 3. Двохшарнірна система дозволяє встановити робочі органи уздовж укосу або в транспортне положення за допомогою гідроциліндрів 8 і 13 з важелем 4 і тягою 14 для

повороту робочого органу. У робочому положенні підлаштування робочого органу до мікрорельєфу укосу забезпечується пружинною підвіскою 5 до опорних черевиків. Захисний козирок 24 захищає оператора і направляє відкидану рослинність на берму. Привід роторів – механічний від ВВП трактора через клиноремінні передачі 28, 30, конічний редуктор і систему циліндрових шестерень усередині кожуха рами. Багатороторна косарка для обкошування обох укосів і верху гребель на тракторі 12 має три навісні рами, на яких встановлені ротори.

У роторних косарок, що мають ріжучий апарат ротаційного типу з віссю обертання паралельної обкошуваної поверхні, робочим органом є барабан 13 із змонтованими на нім шарнірно в шаховому порядку ножами 12. При обертанні барабана і переміщенні його перпендикулярно осі ножі зрізають рослини, що потрапили в зону різання, і викидають скошену масу через кожух-трубу 11.

Достатньо поширеними у практиці вітчизняних господарств є навісні косарки ККД-1,5, МСР-1,2, КСП-2,1, які встановлюють на лонжерони тракторів МТЗ, ДТ-75, Т-16М. Продуктивність таких агрегатів за швидкості руху трактора 1,5 - 6 км/год і ширини захвату 1,5 - 2 м становить 0,2-1,2 га/год.

Викошування сухої біомаси проводиться з грудня по лютий роторною косаркою КРН-2,1 продуктивністю 10 га/зм. Косарка агрегатується з трактором Т-40-А; стягування до місця навантаження – трактором Т-25 із волокушею (продуктивність 10 га/зм).

Таблиця 1. Порівняння ротаційних і сегментних косарок

Умови	Робочі органи		
	роторний	багатороторний	сегментно-пальцьовий і двоножовий
Ефективність роботи залежно від рослинного фону і щільності заростання	Найбільш універсальні; обкошують практично будь-яку рослинність, зокрема полеглу і вологу, без втрати продуктивності		Спостерігається зниження продуктивності при великій щільності заростання
Робота на берегах, засмічених камінням і деревиною	Не застосовують		Забезпечується достатня надійність
Робота на каналах, заповнених водою	Не застосовують через розбризкування води і вилягання рослинності		Незначне зниження продуктивності
Робота на каналах з деформованим перетином	На сильно деформованих каналах працювати не може		Пристосованість ріжучого бруса до мікрорельєфу задовільна

Для боротьби із заростанням прибережної смуги водойм та віддалених від берега ділянок використовують плавучі механічні косарки. Рух по воді забезпечується за допомогою гребних коліс чи гвинта, що приводиться у дію від дизельного, бензинового або електродвигуна.

Таблиця 2. Основні параметри каналообкошуючих машин

Машина	Ширина захоплення, м	Потужність, кВт	Робоча швидкість, км/год	Швидкість різання, м/с	Продуктивність, га/ зм
Берегова багатороторна	2,0-2,5	14,7 - 55,0	1,3-8,0	До 40	6,0-12,0
Берегова одноротрна	1,5-1,8	36,8-44,1	1,6-2,9	До 30	0,7-2,0
Берегова сегментна	1,5-2,1	4,5 - 11	0,9-9,0	-	1,6-4,0

Основою косарки служить корпус 1, на якому вмонтовують робочі органи. Для можливості самостійного пресування по воді косарка обладнується бічними лопатевими колесами (2), заднім лопатевим колесом або водометним рушієм. Усередині корпусу поміщається двигун і силова передача.

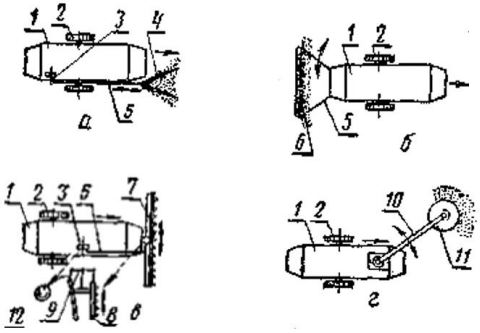


Рис. 5. Основні типи робочих органів плавучих очеретокосарок.

V-подібні ножі (4, а) здійснюють зворотно-поступальний рух в горизонтальній площині. Ножі рухаються від ексцентриків (3) з приводом. При русі корпусу човна вся рослинність зрізається на ширині захоплення ножів.

Ланцюгова коса (6, б) навішується позаду корпусу у вигляді декількох шарнірно сполучених ріжучих полотен-ножів. Вони здійснюють зворотно-поступальний рух перпендикулярно напряму руху косарки за допомогою шатунів (5). При цьому ножі рухаються по поверхні дна і укосів каналу і зрізають рослинність з жорсткими стеблами.

Сегментні робочі органи (7) і (8) встановлюють на косарках горизонтально і вертикально (в). Горизонтальний робочий орган (7) зрізає рослинність, а вертикальний (8) розрізає рослинність, що стелеться по воді. Рухомі ножі мають привід від двигуна.

Ротаційний (дисковий) робочий орган (11, г) здійснює кругові рухи на ширину захоплення разом з поворотною рукояттю (10), на якій він встановлений. Робочий орган має привід через гнучкий вал або вал усередині рукояті.

Продуктивність плавучих самохідних косарок дуже висока.

Вони можуть зрізати будь-яку рослинність. Невелика осадка (25 см) дозволяє їм плавати при низькому рівні води. Вони можуть скошувати рослинність в каналах, обсаджених деревами, а також у відстійниках, водосховищах і ставках. Недолік цих косарок - відсутність транспортуючого пристрою для видалення зрізаної рослинності з водойми.

Косарки в більшості випадків не видаляють скошену рослинність з русла каналу. Скошена трава залишається на укосі. Для підбирання рослинності і переміщення її на берму (у разі зрізання поблизу від берегів) використовують спеціальні робочі органи - підбирачі. Підбирач зрізаної рослинності конвеєрного типу складається з двох нескінченних ланцюгів, що охоплюють ведучу і відому зірочки із закріпленими на ланцюгах граблинами. При обертанні зірочок і граблини, переміщаючись упоперек укосу, транспортують скошену масу і викидають її на берму при одночасному переміщенні робочого органу уздовж укосу. Навішується підбирач на ту ж раму, що і ріжучий апарат косарки. Рама підбирача спирається на два колеса, які при роботі котяться по укосу. Привід підбирача здійснюється від гідромотора через редуктор.

Для видалення водяної та повітряно-водної рослинності у наповнених водою ставах і неспускних водоймах вітчизняними фермерами використовують очеретокосарки різних марок та конструкцій.

Очеретокосарка КГ-2 призначена для скошування і транспортування по воді жорсткої водяної рослинності. Робочим органом очеретокосарки є різальний апарат або підгінний пристрій, виконаний у вигляді начіпного обладнання, який можна легко змінювати. Всі вузли очеретокосарки: гідропривід, шнекорульова колонка, лебідка змонтовані на човні. Двигуном гідроприводу слугує дизель, рушієм очеретокосарки - шнекорульова колонка.

Очеретокосарка КМА призначена для скошування водяної рослинності у водоймах рибницьких господарств. Складається з човна, різального апарата, гребних коліс, приводу різального апарата та гребних коліс, рульового пристрою, механізму підіймання та опускання різального апарата. В очеретокосарці використана механічна система приводу.

Таблиця 3. Технічні характеристика плаваючих очеретокосарок

Показник	«Езокс-3»	«Лібелла»	ВМЖ-200	КГ-2	КМА	«Симплекс»	ПУ	Медведка	КП-0,7
Ширина захвату, м	2,2	2,2	2,2	2,8	2,2	1,5-3,6	2,1	2,8-3,8	2,4
Продуктивність, га/год	0,6	0,5	0,2-0,5	0,8-1,2	0,4	0,4-1,2	0,5	0,2-0,7	0,6-1
Швидкість руху при косінні, км/год	3-4	3-4	3-4	2,5		3-4	2-3,5		3-4
Глибина викошування, м	0,9	0,75	1,0	1,0	0,2-0,9	До 2,5	1,5	0,2-0,9	0,75
Потужність двигуна, кВт	5	5,0	4,0	18		3,2-8,5	12,0	8(11)	12,0
Маса, кг	840	580	700			450-1150	1500	1100	730
Обслуговуючий персонал, осіб	1	1	1	1		1-2			

Очеретокосарка "Медведка" призначена для викошування жорсткої рослинності в штучних і природних водоймищах завглибшки не менше 0,4 м. Очеретокосарка має підвищену прохідність по зваленому очерету.

Широкого використання здобула очеретокосарка, яку виготовляють у місцевих умовах. Агрегат, виготовлений із двох понтонів, об'єднаних рамою, на ньому кріпиться самохідне шасі Т-16М, до дисків ведучих коліс прикріпляють по 4 гребні лопаті шириною 20 мм. Агрегат здатний виконувати транспортування та збір рослин при глибині не менше 60 см. Для збору занурених рослин на рамі самохідного шасі встановлений грейферний навантажувач ПГ-0,2 із подовженою на 0,8 м стрілою. Підпливаючи по чистій воді до кромки заростей занурених водних рослин, тракторист за допомогою навантажувача захоплює масу, навантажує на платформу та повертається до пристані. За допомогою навантажувача перевантажує рослини на транспортний засіб для відправки на переробку. Продуктивність агрегату – 40 т/год (чиста робота), вантажопідйомність – 3,6 т, швидкість руху 5-7 км/год.

Тема 7. Поглиблення ложа та видалення наносів у неспускних водоймах рибогосподарського призначення

На неспускних водоймах рибогосподарського призначення виникає необхідність розпушення та видалення шару мулу, що особливо інтенсивно накопичується за вегетативний період, збільшення глибини водойми тощо. Очисні меліоративні роботи на неспускних водоймах можна проводити лише засобами гідромеханізації. Гідромеханізоване очищення водойм характеризується малим об'ємом шару мулу, що розробляється. Його здійснюють за допомогою земснарядів, принцип роботи яких полягає в механічному розпушуванні ґрунту або за допомогою водяного струменя, засмоктуванні цього ґрунту і транспортуванні до місця складування. Землесосний снаряд є землерийною плавучою машиною безперервної дії, призначеною для розробки ґрунту в підводному забої і його переміщення. Земснаряд обладнується рядом спеціальних пристроїв: грунтозабірний пристрій, призначений для безперервного відділення ґрунту та мулу від масиву забою, ґрунтовий насос, що всмоктує і перекачує пульпу, всмоктуючий пульпопровід – трубопровід, що сполучає ґрунтозабірний пристрій з ґрунтовим насосом, напірний пульпопровід, призначений для з'єднання ґрунтового насоса з береговими пульпопроводами. Берегові земснаряди (4НФ, 63Н, 6НЗ, 8НЗ), які застосовують у ставових господарствах, мають потужність 250-270 $м^3$/год. Приводами для них слугують трактори або тракторні двигуни.

В останні роки рибогосподарські водойми очищають плавучими земснарядами ЗЗУ і УПМ-3, які залежно від ґрунтозабірного пристрою здатні розробляти ґрунт на глибину 1,7-3 м, їх потужність щодо ґрунтової пульпи становить 150-300 $м^3$/год. Землесосний снаряд має також пристрій для робочих переміщень, що забезпечує безперервний контакт ґрунтозабірного пристрою з ґрунтом, що розробляється (оперативні лебідки і пальове устаткування). Силові установки снаряда використовують для приведення в дію ґрунтового насоса (головна машина), дизель-електричні установки – для приведення

в дію механізмів робочих переміщень, для освітлення, водопостачання і побутових потреб.

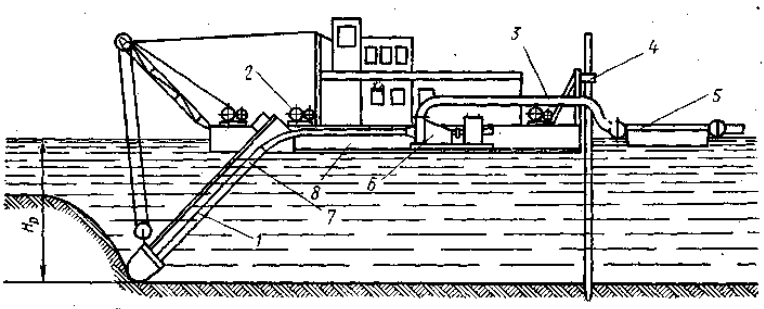


Рис. 1. Схема землесосного снаряда: 1 - ґрунтозабірний пристрій; 2 - лебідка; 3 - напірний пульпопровід; 4 - палевий хід; 5 - плавучий пульпопровід; 6 - ґрунтовий насос; 7 - всмоктуючий пульпопровід; 8 - корпус

Ґрунтозабірні пристрої можуть бути двох типів: для безпосереднього всмоктування без попереднього розпушування ґрунту і з будь-яким розпушувачем, що підвищує інтенсивність грунтозабору. Основною частиною цього пристрою є наконечник, в який при роботі ґрунтового насоса поступає вода. Швидкість руху води зростає з наближенням до отвору наконечника, досягаючи в його площині 1,5-2 м/с. Струмені води, що потрапляють на грунт, розмивають його і захоплюють у всмоктуючий отвір; у ґрунті утворюються фільтраційні потоки, що захоплюють частинки грунту. Зону, в межах якої частинки грунту переміщаються у бік всмоктуючого отвору, називають сферою всмоктування. Зазвичай вона розповсюджується не більше ніж на 1 м від наконечника.

Ґрунтозабірні пристрої більшості земснарядів, призначених для роботи в щільних і зв'язних грунтах, оснащують розпушувачами, які руйнують грунт безпосередньо перед всмоктуючим отвором. За принципом дії розпушувачі можна розділити на два класи – гідравлічні і механічні.

Пристрій і принцип дії гідравлічного розпушувача (одного з типів) показані на рис. 2. Такі розпушувачі прості по пристрою і надійні в експлуатації, проте вони ефективні лише при роботі в гравелистих грунтах.

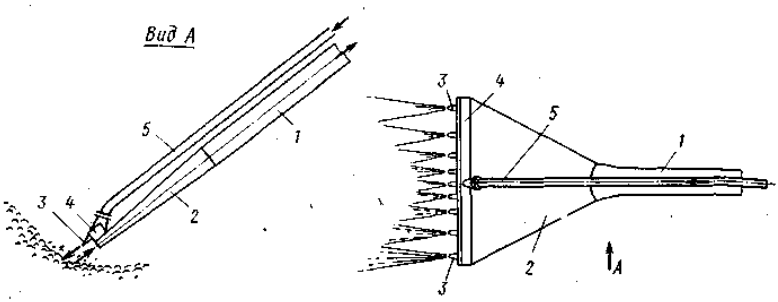


Рис. 2. Схема всмоктуючого наконечника: 1 - всмоктуюча труба; 2 - всмоктуючий патрубок; 3 - сопла; 4 - колектор; 5 - труба для подачі води

Для розробки в'язких ґрунтів (глина, суглинок) застосовують механічні розпушувачі (фрезерні, роторно-ковшові, вібраційні і т. п.), найбільш поширеними типами яких є фрезерні. При обертанні вони відокремлюють від дна водоймища ґрунтову стружку, що захоплюється потоком води у всмоктуючу трубу. Ця труба входить всередину фрези, а подача ґрунту до всмоктуючого отвору забезпечується відповідним нахилом ножів. Конструкції фрез вельми різноманітні.

Фрезу укріплюють на кінці валу, що йде від двигуна. Потужність двигуна розпушувача зазвичай складає 25-50% потужності, споживаній грунтовим насосом. Швидкість різання – 1,25-1,5 м/с, що при діаметрі розпушувача 2 м відповідає частоті обертання 12-14 об/хв. В результаті руху ґрунтозабірного пристрою, оснащеного фрезерним розпушувачем, відділяється стружка ґрунту, поперечний перетин якої на рис. 3 заштриховано.

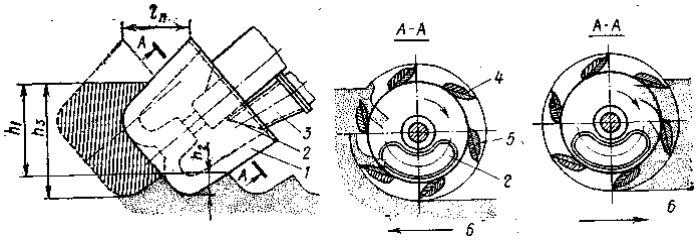


Рис. 3. Схема фрезерного розпушувача: 1 - фреза; 2 - всмоктуючий отвір; 3 - всмоктуюча труба; 4 - ножі; 5 - ребра маточини; 6 - напрям переміщення фрези.

Водогрунтову суміш всмоктує грунтовий насос або, як його називають, землесос. Він є відцентровим насосом, що складається з корпусу і робочого колеса, що обертається в нім, яке укріплене на валу двигуна. Основна відмінність ґрунтових насосів від відцентрових для перекачування чистої води полягає в тому, що їх конструкція розрахована на пропуск крупнооуламкових і абразивних матеріалів.

До всмоктуючого пульпопроводу приєднують патрубок насоса, прикріплений до насоса по осі робочого колеса. Робоче колесо складається з лопатей і двох дисків. Диск, розташований з боку вхідного патрубка, має отвір, через який пульпа поступає на лопаті крильчатки. Другий диск оснащений кріпиться до кінця валу. З протилежного від всмоктуючого патрубка боку корпус насоса закривають кришкою, яку знімають лише при огляді або заміні робочого колеса. В результаті обертання робочого колеса пульпа, що заповнює внутрішню порожнину корпусу, відкидається від центру насоса до кінців лопатей і прямує у відливний канал. Внаслідок цього в центральній частині насоса утворюється зона зниженого тиску, в яку під впливом атмосферного тиску спрямовується пульпа від всмоктуючого патрубка. Внутрішню поверхню корпусу насоса, дотичну з частинками грунту, захищають від зносу міцним облицюванням з марганцевистої або хромонікелевої сталі. Облицювання має також всмоктуючий патрубок. Для забезпечення справної роботи ґрунтового насоса систематично перевіряють стан облицювання і

зазори між робочим колесом і корпусом. Зношені частини облицювання відновлюють або замінюють.

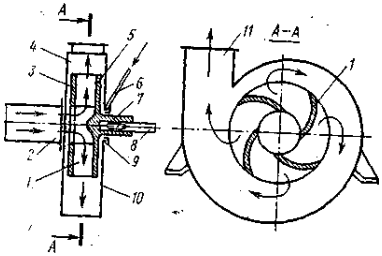


Рис. 4. Грунтовий насос: 1 - лопаті; 2 - всмоктуючий патрубок; 3, 5 - диски робочого колеса; 4 - корпус; 5 - трубка для подачі води; 7 - маточина; 8 - вал; 9 - сальникове ущільнення; 10 - кришка корпусу; 11 - відливний канал.

Розміщувати грунтовий насос можна на палубі землесосного снаряда або в трюмі, а також на несучій конструкції ґрунтозабірного пристрою нижче поверхні води. Внаслідок цього довжина всмоктуючого пульпопроводу, тобто ділянки, розташованої між ґрунтозабірним пристроєм і ґрунтовим насосом, залежить від розташування останнього. Зазвичай ґрунтові насоси розміщують в трюмі, поблизу рівня води. В цьому випадку глибина розробки, визначувана атмосферним тиском, не перевершує 7-8 м. Останнім часом широко поширені землесосні снаряди, в яких насоси розташовані поблизу огорожного пристрою (погружні насоси). При цьому у всмоктуючого патрубка може виникати іноді незначний позитивний тиск. Це забезпечує стійку роботу ґрунтового насоса на високих консистенціях пульпи при великій глибині розробки.

В процесі роботи всмоктуючий пульпопровід з ґрунтозабірним пристроєм повинен мати можливість підніматися і опускатися, тобто здійснювати робочі рухи у вертикальній площині, а також змінювати своє положення щодо корпусу землесосного снаряда і ділянки напірного пульпопроводу. Конструкція їх з'єднання, повинна забезпечувати можливість таких рухів і разом з тим герметичність. Гнучкі з'єднання виконують у вигляді металевого кульового шарніра, а іноді у вигляді спеціального гумового рукава. Шлангові, гумові з'єднання зменшують гідравлічні втрати в пульпопроводі,

вмонтовувати їх значно простіше, ніж кульові, проте останні більш стійкі і надійні.

Напірний пульпопровід землесосного снаряда зазвичай складається з двох основних ділянок – внутрішнього, такого, що знаходиться усередині снаряда, і зовнішнього, плавучого, підтримуваного на поверхні водоймища за допомогою поплавців, понтонів і т.п. Ланки плавучого пульпопроводу сполучають між собою, а також з внутрішньою ділянкою напірного пульпопроводу за допомогою гнучких пристроїв, що забезпечує всьому снаряду необхідну рухливість і маневреність. Плавучі пульпопроводи призначають для транспортування водогрунтових сумішей до місця виливу, причому дальність транспортування може досягати декількох кілометрів. При переміщенні ґрунтів на невелику відстань в деяких випадках можна обійтися без плавучого пульпопроводу. Пульпу можна викидати на відстань 30-40 м у вигляді струменя через конічну насадку або на відстань до 15 м безпосередньо з кінця укороченого пульпопроводу. Проте на викид пульпи через насадки витрачається дуже багато енергії: в порівнянні з транспортуванням пульпи звичайним пульпопроводом для переміщення її викидом потрібний напір в 15-20 разів більший. Тому використовувати конічні насадки доцільно лише там, де плавучий пульпопровід застосувати немає можливості.

Для руху масивних земснарядів у процесі роботи застосовують три способи робочих переміщень земляних снарядів: канатний, пальово-канатний і пальовий. Кожен спосіб може здійснюватися по декількох схемах залежно від характеру робіт, що виконуються земснарядом. Відповідно до цих схем земснаряд з ґрунтозабірним пристроєм може переміщатися поступально уздовж своєї подовжньої осі або упоперек її; може здійснювати віяловий рух, повертаючись щодо нерухомої точки або, залишаючись на місці, повертати в горизонтальній площині ґрунтозабірний пристрій і т. д. Велика частина землесосних снарядів з ґрунтозабірним пристроєм в процесі роботи рухаються по дугах кіл. Їх центрами служать палі, опущені в ґрунт. До складу пальового пристрою входять дві палі, розташовані в кормовій частині снаряда, і лебідки, за допомогою яких він здійснює повороти. Палі піднімають і опускають в ґрунт почергово, що дає можливість повертати землесосний снаряд відносно їх по черзі.

Тема 8. Рекультивація, планування схилів ставів та очищення каналів у рибницьких господарствах

Повне спускання води й осушення ложа забезпечуються осушувальною мережею каналів, які в процесі використання водойми інтенсивно замулюються. Розчищають ці канали по сухому ложу бульдозерами (Д-159Б, Д-259А), екскаваторами (Е-152, Е-153, Е-352, ЕО-2621А), канавоочищувачами Ц-490М, кавальєророзрівнювачами МК-21, скреперами (Д-374, Д-183Б). Каналоочищувачами видаляють з каналів наноси і рослинність, виправляють деформовані перетини каналів, розподіляють або розкидають за площею, прилеглою до каналу, видалені наносний грунт і рослинність.

Розрізняють каналоочищувачі безперервної дії, які розробляють і транспортують наноси і зрізану рослинність під час руху уздовж каналу, і машини циклічної дії, які розробляють і транспортують певний об'єм наносів і рослинності за кожен цикл. Майже всі каналоочищувачі мають активний робочий орган.

Каналоочищувачі безперервної дії бувають з багатоковшовими, скребковими, ротаційними, відвально-фрезерними, ножовими, сегментними, вогняними і трубчастими робочими органами, а також із землесосними робочими органами земснарядів. Каналоочищувачі циклічної дії завжди з одноковшовим робочим органом. Виконують їх навісними на трактори, причіпними, самохідними на гусеничному, пневмоколісному ході, на лижах і плавучі.

Скребкові робочі органи застосовують для очищення дна і укосів сполучних каналів малих перетинів (мал. 1, а) або одного укосу і частини дна каналів завглибшки до 2 м. Робочим органом скребкового каналоочищувача служить ланцюг із скребками. Перевага скребкових каналоочищувачів – мала маса. Скребковий робочий орган можна застосовувати лише в ґрунтах без каменів та щільного дернового покриву і чагарника, без крупних деревних включень, краще всього в торф'яних або рихлих мінеральних ґрунтах при злегка вологих наносах або з малим шаром води в каналі (150-250 мм). Сильно перезволожені ґрунти

стікають з скребків або налипають на них; у сухих ґрунтах ланцюг і скребки швидко зношуються.

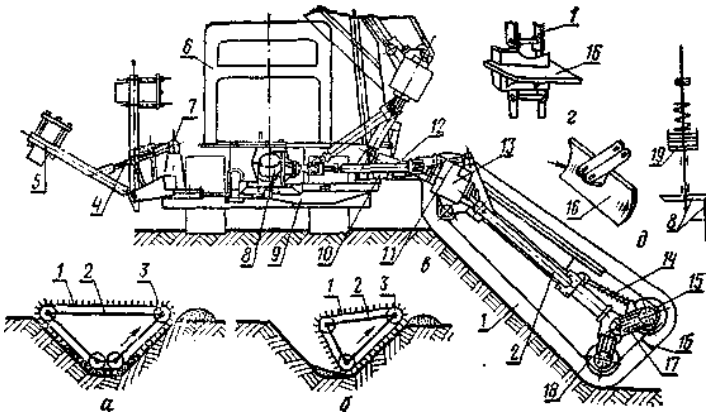


Рис. 1. Конструкції скребкових каналоочищувачів: а - схема скребкового робочого органу для очищення повного профілю поперечного перетину каналу; б - те ж, для очищення одного укосу і частини дна; в - загальний вид каналоочищувача в робочому положенні; г - прямий скребок; д - дугоподібний скребок; 1 - скребковий ланцюг; 2 - рами робочого органу; 3, 18 - ведуча і напрямна зірочки; 4 - стяжки установки противаги; 5 - противага; 6 - базовий трактор; 7 - стійка противаги; 8 - редуктор відбору потужності; 9 - основна рама; 10 - рухома рама; 11 - гідроциліндри установки робочого органу; 12 - карданно-телескопічний вал; 13 - редуктор; 14 - натяжна пружина; 15 - натяжна зірочка; 16 - скребок; 17 - поворотний кронштейн.

Робочим органом ***шнекових*** каналоочищувачів для вирізування і переміщення наносів і рослинності служить шнек, який рухається в площині, паралельній осі каналу, але на відміну від ротаційних робочих органів переміщає ґрунт, що розробляється, не перпендикулярно, а паралельно осі обертання. Застосовують циліндрові і конічні шнеки. Каналоочищувачі з вертикальним конічним шнеком призначені для очищення дрібних каналів завглибшки до 0,6-0,8м. Робочий орган навішують позаду трактора вертикально або похило до площини руху. Шнекові

каналоочищувачі можна застосовувати тільки при глибині води в каналі 15-25 см або зволожених наносах. Не можна очищати цими машинами канали з густою рослинністю. Шнек не може працювати в щільних і сухих наносах, в кам'янистих грунтах і грунтах з деревними включеннями.

У тих випадках, коли немає можливості застосовувати високопродуктивні каналоочищувачі безперервної дії (кам'янисті наноси, сильно деформоване ложе, недостатня ширина берми або греблі, канал обсаджений деревами і т.д.), канали очищають машинами із спеціалізованими одноковшовими робочими органами циклічної дії – одноковшовими екскаваторами і навісними одноковшовими каналоочищувачами. Оснащення одноковшових екскаваторів спеціальними ковшами (Рис. 2) і додатковими стрілами викликане прагненням ефективно використовувати ці широко поширені машини для очищення каналів завглибшки до 3 м при малому питомому об'ємі наносів (0,1-0,25 $м^3/м$). Екскаватори із стандартними ковшами спотворюють профіль каналу, не говорячи вже про низьку питому продуктивність, збільшення числа пересувань і високої вартості робіт. Особливо складно очищати дно, не ушкоджуючи укоси каналу.

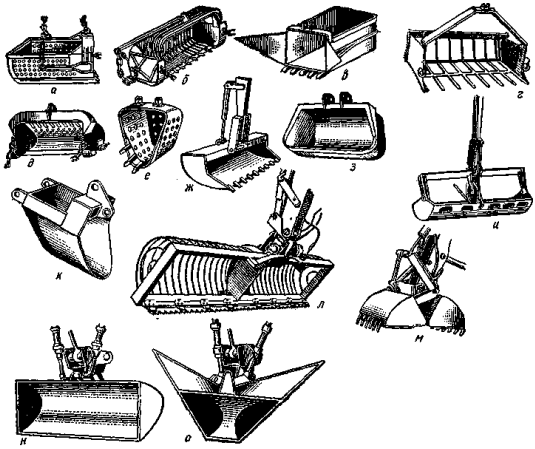


Рис. 2. Спеціальні ковши до одноковшових екскаваторів, що використовують для очищення каналів: ***а*** - з отворами для очищення

з-під води; ***б*** - гратчастий; ***в*** - з відкрилками; ***г*** - гратчастий з подовженими зубами для видалення підводної рослинності; ***д*** - з прямолінійною ріжучою кромкою на лижах: зворотна лопата; ***е*** - профільний з отворами; ***ж*** - розширений поворотний з гідроприводом; ***з*** - розширений з прямолінійною ріжучою кромкою; ***і*** - розширений поворотний з канатним приводом; ***к*** - розширений профільний; ***л*** - гратчастий з ріжучим апаратом косарки; ***м*** - грейфер примусової дії з гідроприводом; ***н*** - ковш з поперечним нахилом; ***о*** - те ж профільний.

Ковши з отворами або щілинами (Рис. 2 а, *д, е)* значно підвищують заповнення ковша і продуктивність в порівнянні із стандартними ковшами при очищенні каналів з-під води. Профільні ковши або ковши з відкрилками (Рис. 2 *в, е, д) дозволяють* зберегти профіль каналу при очищенні подовжнім рухом ковша. Розширені профільні ковши зворотної лопати з гладкою ріжучою кромкою без зубів (Рис. 2 з) і місткістю 0,45 і 0,8 м^3 застосовують для копання і очищення каналів із співвідношенням укосів 1:1-1:1,5.

На очищенні осушних каналів, заросліх рослинністю, добрих результатів і підвищення продуктивності в 2-3 рази досягають, застосовуючи гратчасті ковши драглайну з шириною захоплення 1,5-2,5 м і місткістю 0,4-3 м3. Гратчастий ківш драглайну з подовженими загостреними зубами дозволяє висмикувати підводну рослинність, руйнуючи кореневу систему.

Ковши з канатним механізмом повороту ковша (Рис. 2 *і)* встановлюють на екскаваторах з канатним приводом. Ці поворотні циліндрові ковши з центральним кутом 100-135°, діаметром 0,8-1 м і довжиною до 2 м забезпечують хороше очищення дна без пошкодження придонної частини укосів каналу. Для копання ґрунту і розвантаження ківш повертається навколо осі циліндра тяговим і підйомним канатами.

Драглайн бічного копання має робоче устаткування екскаватора драглайну, забезпечене бічною стрілою 1, укріпленою на поворотній платформі екскаватора 7 з відтяжкою *8.* Тяговий канат *2* ковша проходить через головні ролики бічної стріли 1. Підйомний канат *4* огинає головні поворотні блоки 5

основної стріли драглайну, утворюючи звичайну для драглайну схему підвіски ковша.

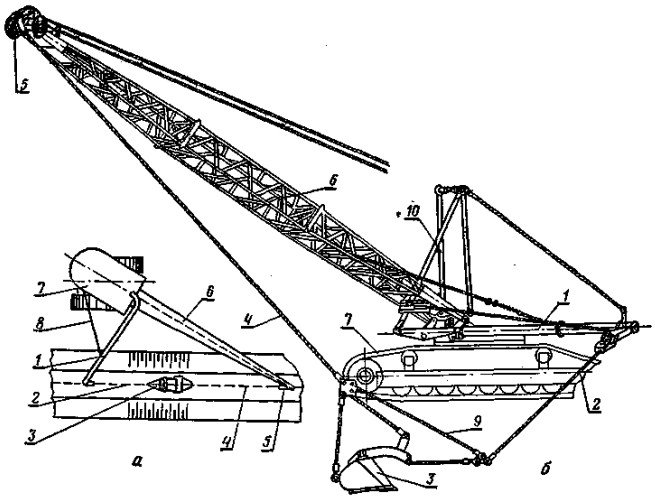


Рис. 3. Драглайн бічного копання: ***а*** - схема роботи; ***б*** - робоче устаткування; 1 - бічна стріла; 2 - тяговий канат; 3 - ківш; 4 - підйомний канат; 5 - поворотний блок основної стріли; 6 - основна стріла; 7 - екскаватор; 8 - відтяжка; 9 - розвантажувальний канат; 10 - стійка.

При очищенні дна каналу поворотна платформа встановлюється під кутом до горизонтальної осі екскаватора 7 так, щоб забезпечити подовжній рух ковша строго по осі каналу в напрямі від основної стріли *6* до бічної стріли 1. Головний блок *5* на основній стрілі виконаний поворотним; встановлені додаткові ролики, що перешкоджають випаданню каната із струмка, додана стійка *10* з труб, яка за допомогою тяги з'єднується з двоногою стійкою екскаватора. Оскільки при екскавації виникає досить великий момент, прагнучий розвернути поворотну платформу, на екскаваторі повинен бути встановлений додатковий стопорний пристрій. Екскаватори із стандартною місткістю ковша 0,3-0,6 м3 і довжиною бічної стріли 4,5-10 м очищають канали з шириною зверху відповідно до

10-24 м, завглибшки до 4,2-5,5 м, шириною по дну 1,5 м. Продуктивність 25-50 м3/ч при місткості ковшів 0,3-0,8 м^3.

Одноковшові каналоочищувачі монтують на колісних і гусеничних тракторах із спеціальними ковшами зворотної лопати для очищення каналів.

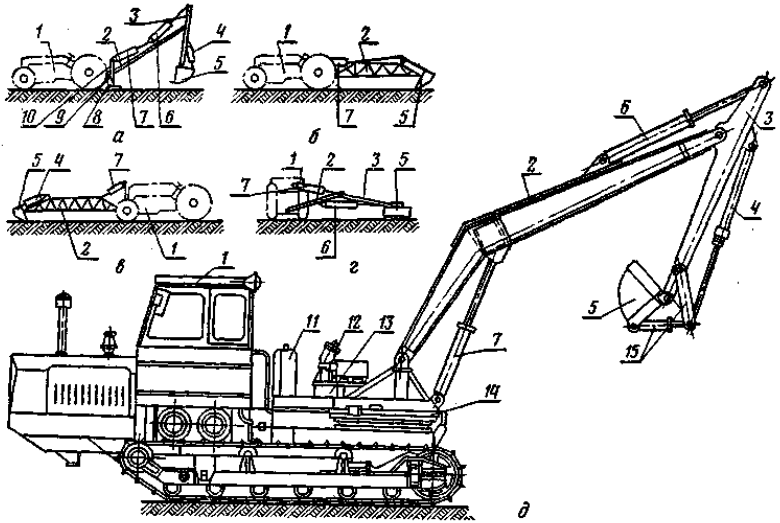


Рис. 4. Схеми одноковшових каналоочищувачів на колісних гусеничних тракторах: ***а*** - із задньою поворотною стрілою; ***б*** - з задньою неповоротною стрілою; ***в*** - з передньою неповоротною стрілою; ***г*** - з бічною неповоротною стрілою; ***д*** - на гусеничному ході з поворотною стрілою; 1 - трактор; 2 - стріли; 3 - рукояті; 4 - гидроцилиндр ковша; 5 - ківш; 6, 7 - гідроциліндри рукояті і стріли; 8 - опорна плита; 9 - гідроциліндри задньої опори; 10 - поворотна колонка; 11 - противага; 12 - гідромотор повороту; 13 - редуктор; 14 - поворотна платформа; 15 - важелі повороту ковша.

Навісні каналоочищувачі – колісні трактори з навісним обладнанням – застосовують трьох основних видів: із задньою поворотною стрілою (Рис. 4 а), з передньою (Рис. 4 в) або задньою (Рис. 4 б) неповоротною стрілою, розташованою в площині руху

трактора; з бічною неповоротною стрілою, перпендикулярній площині руху трактора (Рис. 4 г).

Навісні каналоочищувачі з поворотною стрілою на колісних тракторах (Рис 4 *а)* мають поворотну стрілу *2* і рукоять *3,* на якій шарнірно встановлений поворотний розширений ківш *5* зворотної лопати або грейфера. Це дозволяє розробляти наноси тільки на дні каналу, повертаючи ківш гідроциліндром *4* для наповнення і розвантаження, або очищати укоси, направляючи ківш під потрібним кутом рухами стріли *2* і рукояті *3* за допомогою гідроциліндрів *6* і 7. У каналоочищувачів такого типа іноді ставлять ззаду додаткові опорні плити *8* з гідроциліндрами *9,* що підвищує стійкість машини.

У навісного каналоочищувача з передньою або задньою неповоротною стрілою *2* (Рис. 4 6, *в)* стріла може повертатися у вертикальній площині разом з шарнірно встановленим на кінці її ковшом *5.* Каналоочищувач пересувається переднім або заднім ходом перпендикулярно осі каналу. Коли машина зупиняється у брівки або греблі, стріла з ковшом опускається на дно каналу або на протилежний укіс. Трактор, рухаючись у зворотному напрямі, заповнює ківш наносами і зрізаною рослинністю. Видалені з каналу наноси і смітна рослинність вивантажуються на берму каналу поворотом ковша з одночасним їх розрівнюванням самим ковшом. При кожному циклі необхідний зворотно-поступальний рух машини на смузі шириною 10-15 м.

У каналоочищувача з бічною стрілою для поперечного очищення (Рис. 4 г) робоче устаткування – стріла *2* з рукояттю *3* і ковшом *5.* Управління здійснюється окремими гідроциліндрами *б, 7.* Очищають канал поперечним рухом ковша, вивантажуючи грунт на берму близько від брівки каналу.

Каналоочищувачі на базі гусеничних тракторів або шасі з поворотною стрілою в сучасного виконання мають робоче устаткування, встановлене на поворотній платформі *14.* Очищення проводять поворотним розширеним ковшом з отворами 5, який встановлюють в задане місце каналу стрілою *2* і рукояттю *3,* за допомогою гідроциліндрів 7 і *6.* Для набору наносів і розвантаження ківш *5* повертають гідроциліндром *4.* Поворот платформи *14* з робочим устаткуванням здійснюють гідромотором *12* через редуктор *13,* або рухомим гідроциліндром,

що має на собі зубчату рейку, якою він зчеплений з шестернею, закріпленою на поворотному пристрої.

Такі каналоочищувачі дозволяють очищати канали, засмічені каменями, деревиною, і проводити ремонт каналів, а також очищення каналів, у яких берми обсаджені деревами або непрохідні для каналоочищувачів безперервної дії.

Пересуваючись уздовж каналу, кавальєророзрівнювачі переміщають ґрунт кавальєру убік від брівки і розрівнюють його. Кавальєророзрівнювачі обладнані відвальним робочим органом, що встановлюється залежно від ґрунтових умов з кутом захоплення α = 45-90°. Робоче устаткування навішується на гусеничні трактори *7.* Кавальєророзрівнювачі підрозділяють на машини з переднім і заднім відвалами. Кавальєророзрівнювачі з переднім відвалом поділяють: за схемою установки робочого устаткування на трактор 7 – с параллелограмним навішуванням (Рис. 5 *а)* і на плоскій штовхаючій рамі (Рис. 5 *б, в)*; за типом механізму зміни кута захоплення відвала – з жорсткою рамкою-розпіркою (Рис. 5 а), телескопічною рамкою-розпіркою (Рис. 5 *б)* і блокуються рамками, що шарнірно складаються (Рис. 5 в).

Основні напрями розвитку кавальєророзрівнювачів - вдосконалення геометрії робочого органу, збільшення його ширини захоплення на базі тракторів підвищеної потужності, а в перспективі — заміна пасивного органу комбінованим, таким, що складається з шнека, який подаватиме ґрунт до пасивного розрівнюючого відвала.

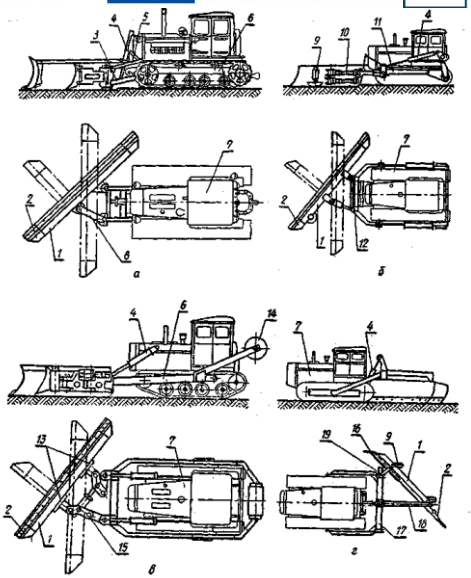


Рис. 5. Схеми кавальєророзрівнювачів (вигляд зверху і збоку): а - з переднім відвалом, параллелограмним навішуванням і жорсткою рамкою-розпіркою; б - те ж, на плоскій штовхаючій рамі з телескопічною рамкою-розпіркою; в - те ж, з гідрокерованим відвалом на плоскій штовхаючій рамі і блокуючими рамками, що шарнірно складаються; г - із заднім відвалом; 1 - середня частина відвала; 2 - подовжувач; 3 - штовхаюча рамка; 4 - гидроцилиндр підйому і опускання відвала; 5 - важіль; 6 - рама; 7 - трактор; 8 - жорстка рамка-розпірка; 9 - лижа; 10 - телескопічна рамка-розпірка; 11 - плоска штовхаюча рама; 12 - поворотна рама; 13 - механізм змінення кута зарізання; 14 - противага; 15 - механізму зміни кута захоплення; 16 - відкрилок; 17 - задня охоплююча рама; 18 - кронштейн; 19 - розширювач.

Формування ложа ставів передбачає вирівнювання поверхні а також планування схилів, які мають забезпечити надійність берегів водойми. Для виконання таких робіт використовуються укосопланувальники, що навішуються на екскаватори, трактори або автогрейдери. Залежно від конструкції розрізняють одноківшеві та скребкові планувальники; відвальні

укосопланувальники; багатоківшеві неповнопрофільні планувальники.

Профілювальники на рейковому ході бувають: із двостороннім розвантаженням; з однією багатоківшевою лінією і одностороннім розвантаженням. В обох типах машин базовою є трапецієподібна просторова ферма, яка виконується суцільною або збирається з окремих секцій і пересувається на чотирьох візках по рейках, що прокладені на бермах. Це забезпечує високу точність профілювання. Товщину стружки ґрунту, що знімається, регулюють, піднімаючи або опускаючи ферму на ходових візках гвинтовими домкратами. Профілювальники на гусеничному ході пересуваються по дну каналу, мають два багатоківшевих ланцюгових робочих органи, які рухаються кожний по своїй рамі і планують відповідний укіс і частину дна каналу. Вивантаження ґрунту відбувається безпосередньо з ковшів на берми на відстані 5–6 м від брівки. Усі профілювальники мають багатомоторний електропривод. Механізми для планування ложа ставів. Планування ложа ставів – це земельні роботи, пов’язані з вирівнюванням рельєфу місцевості, тобто зрізання бугрів та засипання ґрунтом ям та котлованів, що виконується для отримання однієї суцільної площини, яка буде придатною для організації водойми. Планування ложа ставу доцільно проводити під час літування, коли ґрунт достатньо підсушений, вологість якого має бути: глинистих – 20-24%, суглинистих 19-22%, легко суглинистих 13-15%, піщано-пилових 10-14%. Ложе ставу, перед плануванням, має бути завчасно очищене від каменів, залишків водяної рослинності, чагарнику та інших сторонніх предметів, для чого можна використовувати спеціально призначену техніку. Для вирівнювання (планування) ґрунтів застосовують причіпні рейкові вирівнювачі, купинорізи та багатовідвальні планувальники-вирівнювачі.

Змістовний модуль №2. Механізація та автоматизація виробничих процесів в аквакультурі

Тема. 9. Системи аерації води у рибницьких господарствах

Вміст розчиненого у воді кисню відноситься до критично важливих параметрів вирощування більшості об'єктів аквакультури. Пропорційно із зростанням інтенсивності процесів вирощування потреба у аерації зростає для усіх форм рибницьких господарств. Тому у сучасних аквафермах використовують широкий спектр засобів для аерації, які діють за різними принципами. Оскільки процес споживання кисню рибами відбувається динамічно, більшість засобів аерації розраховані на довготривалу або безперервну роботу. Попри те, що потенційну потребу у кисні можна визначити виходячи з аналітичних розрахунків, у більшості випадків підбір аераторів відбувається за умови створення значного запасу потужності, адже на розчинність кисню у воді впливає ряд чинників, пов'язаних з природними явищами, біохімічними процесами та фізико-хімічними параметрами води.

Відповідно до локалізації процесу можна виокремити аерацію води, яка подається у споруду з рибами, та аерацію води безпосередньо у ємності або водоймі. Очевидно, що для садкових господарств аерація може бути здійснена тільки у другий спосіб, тоді як басейнові господарства мають можливість забезпечувати оксигенацію обома способами. Характерними особливостями першого способу (аерація на притоці) є більш широкі можливості щодо використання технічних засобів та потенційно більш висока ефективність процесу. Другий спосіб має в арсеналі лише таке устаткування, яке дозволяє аерувати воду без потенційних ризиків для самопочуття риб.

Сучасні способи аерації води в аквакультурі поділяють на пневматичні або напірні (подача повітря або кисню у товщу води з наступним диспергуванням газу, подача кисню під напором у контактну колону), механічні (механічне розбризкування, перелопачування води чи турбулентизація), гравітаційні (розбризкування води над матеріалом в пористою розгалуженою

структурою), ежекційні (підсмоктування повітря за рахунок динаміки потоку водного середовища).

У гравітаційних аераторах вода падає зверху під дією сили тяжіння і змішуються з повітрям навколишнього середовища. Така найпростіша схема потребує лише достатнього перепаду висот, що у природних умовах досягається за умов сприятливого рельєфу, а в РАС – шляхом використання насосів. Тут вода розбризкується над поверхнею або розподіляється в інший спосіб рівномірно по усій площі споруди. В процесі руху донизу краплі постійно розбиваються об завантаження, контактуючи з порціями повітря, внаслідок чого відбувається насичення води киснем. Ефективність процесу суттєво підвищується, якщо у колоні створити зустрічний рух повітря, як зображено на схемі (Рис. 1).

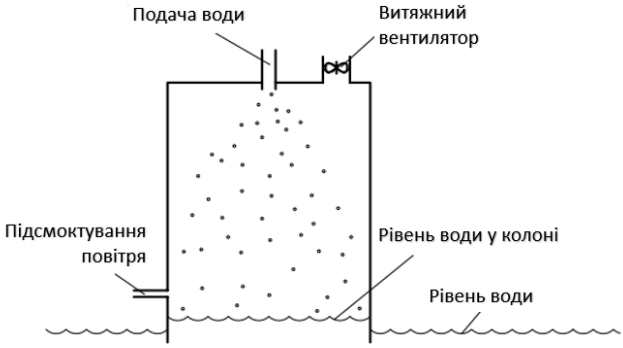
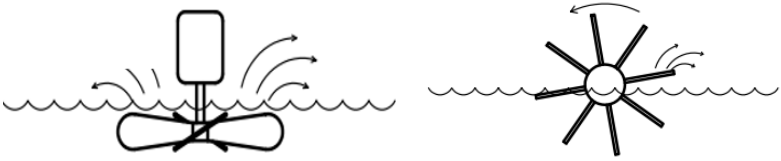


Рис. 1. Схема гравітаційного аератора з примусовим рухом повітря.

Гравітаційні аератори виявляються доволі громіздкими та характеризуються потенційно високими тепловтратами. Енерговитрати на одиницю розчиненого у воді кисню (при використанні насосів) є також високими. Тому у переважній більшості їх використовують для аерації на вводі для відкритих басейнів чи водойм з регульованим водообміном.

Механічні методи реалізовано у доволі широкому спектрі споруд, як плавучих, так і стаціонарних. Для розбризкування води використовують різного роду лопаті, які приводяться у дію за рахунок обертання валу електродвигуна. Вісь обертання розташовується перпендикулярно поверхні води, рідше – під нахилом. Лопаті залежно від конструкції або повністю занурені у воду, або частково виступають над поверхнею. У процесі обертання порції води розбризкуються, піднімаючись над поверхнею. Насичення киснем відбувається у кожній фазі даного процесу (збурення, інтенсивне перемішування, контакт з повітрям дрібних крапель, падіння на поверхню води). Перелопачування відбувається при обертанні пласких лопатей колеса або інших робочих органів, вісь яких розташована паралельно поверхні води. Більшість конструкцій передбачає часткове занурення лопатей у воду, щоб при їх обертанні порція води, захоплена поверхнею лопаті, піднімалась над поверхнею, створюючи ефект перелопачування.



а **б**

Рис. 2. Основні типи механічних аераторів, що забезпечують розбризкування та перелопачування води: а – з вертикальним розташуванням валу робочого колеса; б – з горизонтальним розташуванням осі робочого колеса.

Окремі конструкції передбачають наявність спеціального кожуху навколо робочого органу, що з одного боку зменшує дальність кидання порцій води, а з іншого, за умови прискореного обертання лопатей, створити умови для тривалого перебування диспергованого повітря у водному середовищі.

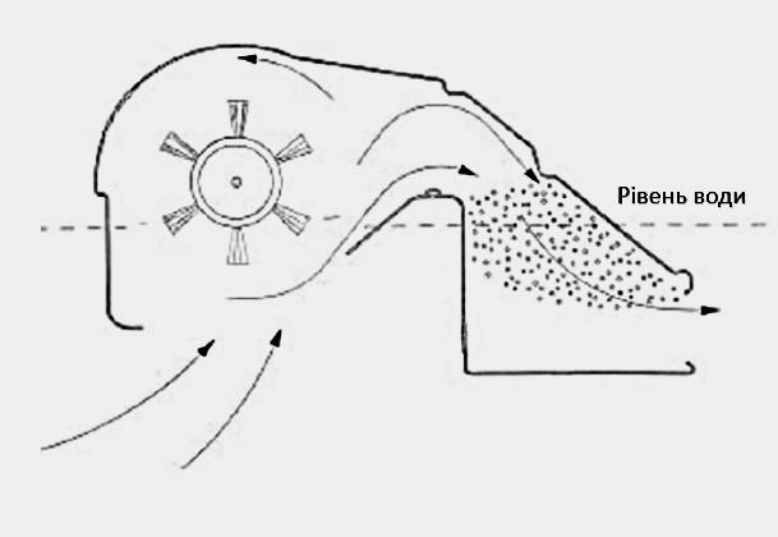


Рис. 3. Конструкція механічного аератора з кожухом для утримання водно-повітряної суміші.

Потужність таких аераторів може варіювати у достатньо широкому діапазоні та залежить від потужності електродвигуна, розмірів та кількості робочих органів. На горизонтально розташованому валу достатньо часто розміщують декілька робочих органів у вигляді лопатей або насадок типу «йорж». Робочий процес характеризується високим рівнем шуму, тому такі аератори переважно використовуються на відкритій воді (садки, водойми будь-яких типів, басейни). Також внаслідок розбризкування відбувається інтенсивне зволоження навколишнього повітря та теплообмін з повітрям. Ці чинники обмежують можливість застосування таких типів аераторів в РАС. Відповідно, більшість конструкцій являють собою плавучу платформу, на якій розташовується двигун, з'єднаний з робочим колесом. Продуктивність за розчиненим киснем для плавучих агрегатів в середньому становить 1,5-2 кг O_2 за годину. Враховуючи, що в кожного механічного аератора є певні межі щодо розподілу насиченої киснем води навколо себе, збільшення потужності агрегату не призводить до вирішення задачі на водоймах з великою площею. Тому на великих водоймах

використовують декілька аераторів, які розміщують рівномірно по плесу водойми. Для утримання в заданій точці пристрій закріплюють на якорі або на канатах, протягнутих з берега. При використанні у садкових лініях аератори аналогічних конструкцій можна закріплювати на несучій платформі садка у фіксованому положенні.

Механічні аератори, які забезпечують розчинення у воді кисню завдяки турбулентному руху водного середовища, мають робочий орган у вигляді гвинта, що занурюється у воду на певну глибину. В процесі обертання гвинта створюється спрямований рух води у турбулентному режимі, внаслідок чого у водний потік захоплюється значна частина повітря. У процесі інтенсивного перемішування кисень з повітря переходить у водне середовище. Для підвищення ефективності захоплення повітря потік спрямовують похило або під рівень води (дисперговане повітря у складі суміші подається на глибину, де інтенсивність газообміну зростає), або вверх, внаслідок чого виникає ефект розбризкування. У першому випадку турбіна має знаходитись ближче до рівня води або бути обладнана системою ежекції повітря у соплі. Окремі конструкції турбоаераторів передбачають затягування повітря під дією вакууму у придонні шари води з наступним його диспергуванням та розподілом у радіальному напрямку разом з потоками води. Потік води прискорюється так сильно, що у визначеному місці виникає вакуум і внаслідок цього бульбашки повітря засмоктуються у воду. У диспергаторі сполучені в одному агрегаті функціональні елементи водяного насоса і інжектора. Ротор, який спеціально створений для диспергатора, приводиться в дію безпосередньо мотором, так само як у відцентрового насоса. В основі принципу дії таких конструкцій лежить дія відцентрової сили при інтенсивному обертанні робочого органу (по осі органу створюється вакуум, тоді як на периферії відцентрова сила відкидає шари води у горизонтальній площині навколо аератора). Коли колесо ротора обертається, в безпосередній близькості від осі виникає знижений тиск. Вода всмоктується перегородками колеса і з підвищеним тиском і високою швидкістю спрямовується назовні. Завдяки високій швидкості води, між колесом, що обертається, і всмоктуючою тарілкою виникає, так

само як в інжекторі, знижений тиск, повітря по круговому каналу всмоктується у воду, і утворюється дрібнопухирцева суміш. В процесі роботи такого аератора відбувається інтенсивне перемішування нижніх та верхніх шарів води та рівномірне їх насичення киснем.

Системи пневматичної аерації відрізняються наявністю обов'язкових компонентів – повітродувки (нагнітача повітря) та системи диспергування повітря у водному середовищі. Насичення води киснем відбувається у процесі контакту з пухирцями повітря, що надходять у товщу води через систему диспергування/розпилення.

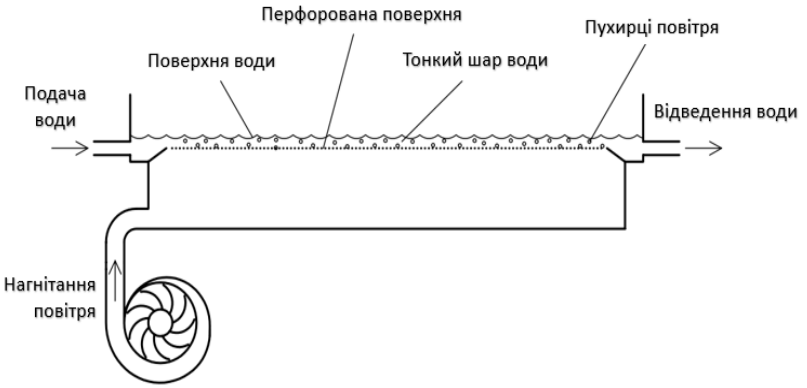


Рис. 4. Схема пневматичної аерації води.

На ефективність процесу впливатимуть глибина розташування розпилювача повітря та розмір пухирців. Чим дрібніші будуть пухирці, тип більша питома поверхні контакту повітря з водою і тим довший час води підніматимуться на поверхню (зростає час контакту). Водночас, зростання глибини занурення розпилювача зумовлює пропорційне зростання витрат електроенергії повітродувкою на продавлювання шару води. Аналогічно, при зменшенні отворів у системі розпилення суттєво зростають втрати напору на проходження диспергатора. Існують комбіновані конструкції, які передбачають подачу повітря у товщу води компресором з наступною його диспергацією шляхом подрібнення лопатевою мішалкою. Такі аератори

поєднують у собі окремі переваги механічної та пневматичної систем, адже диспергування водоповітряної суміші лопатями відбувається достатньо ефективно, а для подачі повітря у товщу води витрачається значно менше електроенергії. В окремих випадках економічно обґрунтованим є використання ерліфтних систем, які одночасно з перекачуванням води забезпечують її аерацію пневматичним методом. Таким чином, ерліфтні системи забезпечують аерацію води на вводі, що може бути актуальним перед подачею технологічної води РАС на споруди біологічного очищення, при перекачуванні води у каскаді відкритих басейнів або водойм.

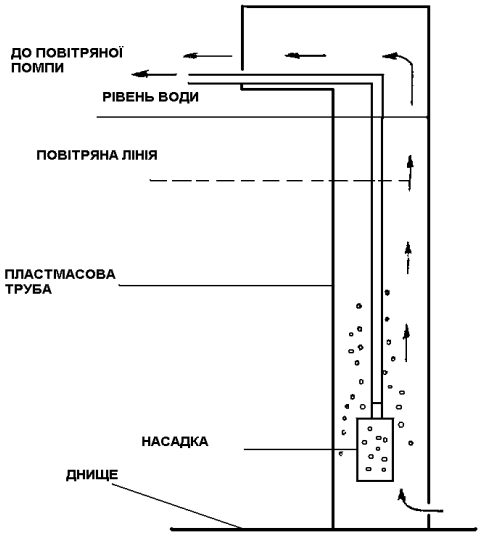


Рис. 5. Схема роботи ерліфта

Ежекційні системи аерації забезпечують введення повітря у водне середовище шляхом його підсмоктування у напірний трубопровід завдяки спеціальному пристрою – ежектору. Конструкція характеризується простотою, компактністю і не потребує складного устаткування. Водночас, потребує нагляду, оскільки у разі засмічення ежектора може припинитись

підсмоктування повітря або статись зворотній витік води. Продуктивність аерації в даному випадку залежить від напору та витрати води у трубопроводі. Використовується для аерації води безпесередньо у басейнах (при застосуванні водоструминних насосів) або на введенні в подаючих трубопроводах.

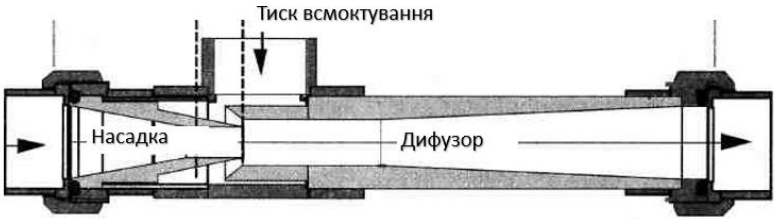


Рис. 6. Схема ежекційної установки.

Залежно від тиску, за якого здійснюється процес переходу кисну у водне середовище розрізняють системи низького та високого тиску. Системи низького тиску працюють за умов атмосферного тиску при аерації води безпосередньо у басейні або при ежекції повітря в напірний подаючий трубопровід. Також ежекція повітря може проводитись в забірному трубопроводі, якщо мова йде про аерацію води на вводі у систему. Системи аерації підвищеного тиску забезпечують розчинення кисню у воді у напірних умовах. Перевагами методу є те, що інтенсивність переходу газу у розчинену форму зростає із зростанням парціального тиску, окрім того, збільшується і розчинність газів. Таким чином вдається досягти значно вищих концентрацій кисню у воді, ніж за умов атмосферного тиску. Процес насичення відбувається виключно поза межами споруд для вирощування риб.

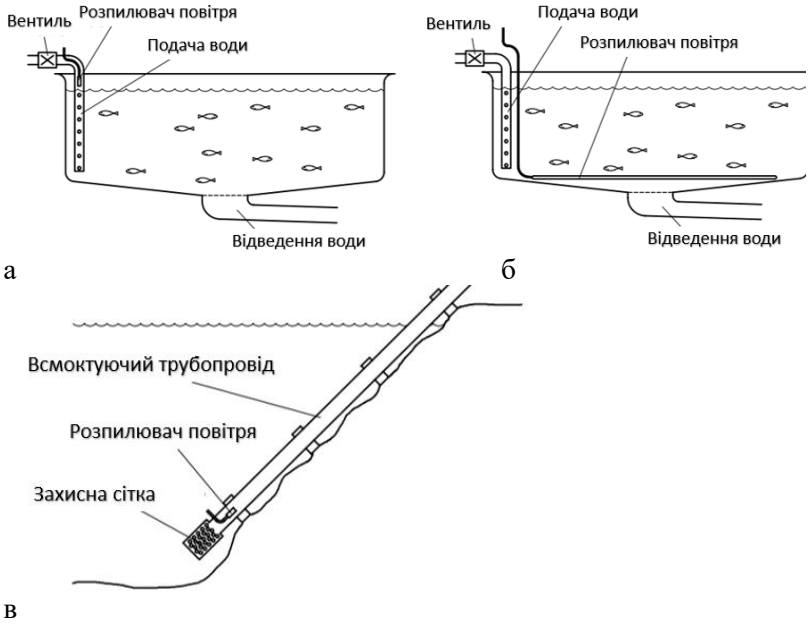


Рис. 7. Способи введення кисню у системі аерації низького тиску: а – введення повітря на вводі у басейн; б – аерація води безпосередньо у басейні; в – ежекція повітря у забірний трубопровід.

У подальшому насичена киснем вода подається напірним трубопроводом до басейнів, де відбувається перемішування з водою ємності. За умов нормального тиску надлишковий кисень мав би перейти у газоподібну форму та вийти з води, але за рахунок інтенсивного перемішування з водою басейна середня концентрація не перевищуватиме граничну межу. Даний технологічний прийом має велике значення в інтенсивних РАС, де практикується вирощування риб при надвисоких щільностях посадки, і звичайні системи пневматичної аерації не здатні компенсувати інтенсивне споживання кисню рибами. Окрім того, подача перенасиченої киснем води дозволяє знизити кратність водообміну у басейні, якщо лімітуючим показником у даному разі була саме концентрація кисню. В умовах систем високого

тиску також з'являється доцільність використання для аерації води технічного кисню, адже на відміну від відкритих систем, в них надлишок газу не вивільняється у навколишнє середовище. Насичення води з використанням технічного кисню також обумовлене потребами в інтенсивному протіканні процесу та при значному питомому споживанні. Найбільш поширені у практиці аквакультури так звані кисневі конуси (Рис. 8), які можуть розташовуватись безпосередньо біля басейнів, забезпечуючи індивідуальну аерацію на введенні води у басейн, або у технологічній залі, звідки насичена киснем вода з магістрального трубопроводу розподіляється по групам басейнів.

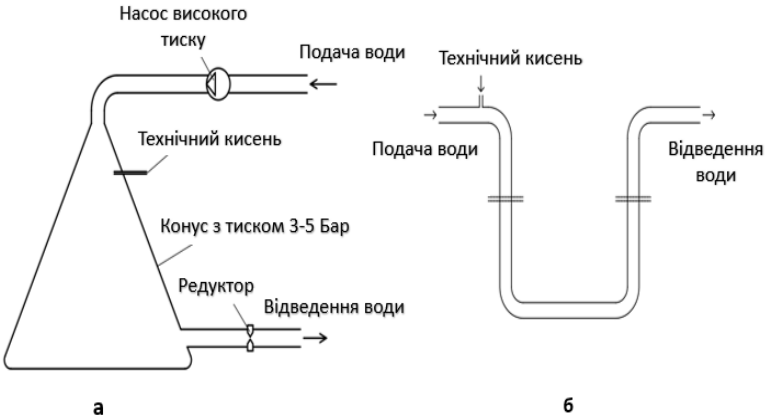


Рис. 8. Пристрої для введення технічного кисню під тиском: а – кисневий конус; б – кисневий колодязь.

У такому випадку технічний кисень зберігають у балонах, запас яких періодично поповнюють, або влаштовують спеціальні високонапірні резервуари з випаровувачами для переведення кисню з рідкого стану у газоподібний перед подачею на змішування з водою.

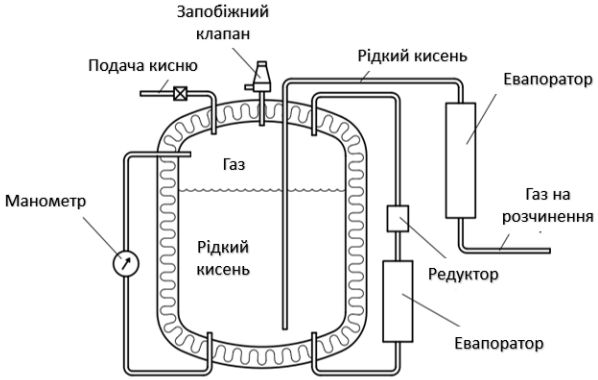


Рис. 9. Ємкість для зберігання технічного кисню.

У басейнових господарствах з проточним режимом аерацію води забезпечують декількома способами, що відрізняються за способом введення кисню та за локалізацією процесу аерації. Відмінності пов'язані як з характером руху води у магістральному трубопроводі, так і з потребою у кисні й місцевими умовами.

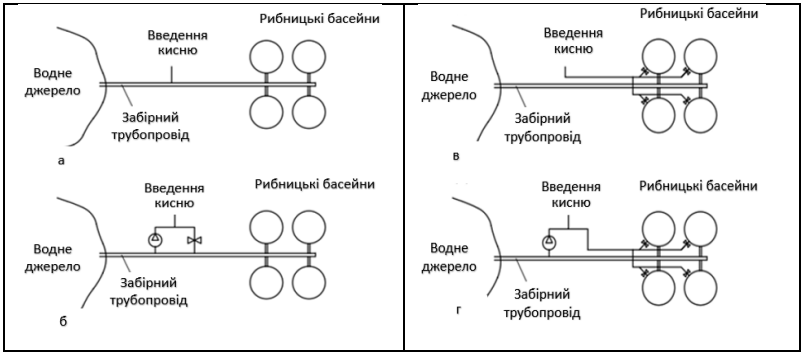


Рис. 10. Схеми насичення киснем води в басейнових господарствах проточного типу: а – безпосередньо у магістральний трубопровід; б – у відокремлений від магістрального трубопроводу потік; в – безпосередньо в басейнах; г – під'єднанням окремого контуру з перенасиченою киснем водою

Тема 10. Механізація процесів виготовлення кормів для потреб аквакультури

У рибних господарствах застосовують комбікорми, що виготовляються наступними способами: «сухим» або вологим гранулюванням, накоченням, брикетуванням, пастоподібними, екструдуванням.

Більшість технологічних схем виготовлення комбікормів включають у себе наступні послідовні виробничі операції: *очищення та сепарування сировини – подрібнення сухої сировини – змішування інгредієнтів – гранулювання/екструдування – охолодження/сушка – просіювання – напилення рідких компонентів.*

Для виготовлення комбікормів аквакультури застосовують горизонтальні та вертикальні молоткові дробарки, придатні для подрібнення будь-якої сухої сировини. Переваги горизонтальних дробарок: універсальність, висока продуктивність, простота конструкції. Недоліки: високе питоме енергоспоживання, необхідність аспірації для видалення пилу, що утворюється, часткове переподрібнення сировини.

Перевагами вертикальних молоткових дробарок є зниження питомих енерговитрат на 15-20% порівняно з горизонтальними, відсутність необхідності в аспірації, менше переподрібнення продукту, мала займана площа.

Дробарки з горизонтальним валом ротора поділяються на дробарки з механічним завантаженням та дробарки з пневматичним завантаженням подрібнюваного продукту. У дробарках першого типу вихідний продукт завантажується механічним транспортером, наприклад шнековим, в завантажувальну горловину, а подрібнений продукт виводиться через вивантажувальну горловину. У таких дробарках завантажувальна горловина знаходиться вгорі корпусу, а випускна – внизу.

Дробарки з пневматичним завантаженням продукту оснащуються відцентровим вентилятором і трубопроводами. Під дією створюваного вентилятором зниженого тиску продукт по завантажувальному трубопроводу надходить у дробарку, подрібнюється, а потім під дією надлишкового тиску виводиться

по вивантажувального трубопроводу. З пневматичною дробаркою можуть використовуватися як жорсткі, так і гнучкі трубопроводи.

У процесі роботи молоткової дробарки інгредієнти корму із завантажувальної горловини потрапляють до робочої камери, де обертається ротор (Рис. 1). Тут частинки продукту зазнають ударів рухомих молотків і ударяються об нерухому деку. У процесі подрібнення відбуваються багаторазові удари об поверхню молотків, деку і сит, в результаті чого частинки дробляться. Подрібнення сировини відбувається під дією удару та стирання. Дрібні частинки продукту проходять через отвори сита та потрапляють у випускну горловину, а більші залишаються на ситі і піддаються подрібненню, доки досягнуть необхідного розміру. При досягненні заданого розміру частинки продукту проходять через отвори сита і виводяться з дробарки. На їхнє місце надходять нові порції неподрібненої сировини.

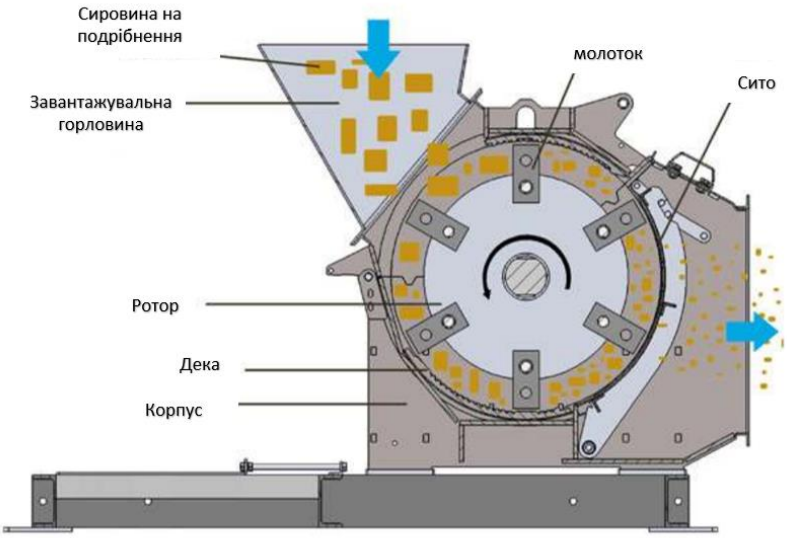


Рис. 1. Вигляд молоткової дробарки у розрізі.

Молотки та сита (решета) є змінними робочими органами і замінюються в міру їхнього зносу. У молоткових дробарках, що використовуються в комбікормової промисловості, застосовують молотки у вигляді прямокутних пластин з двома отворами. Їхніми перевагами є простота виготовлення та заміни, а також максимальне використання робочої поверхні для подрібнення матеріалу. Сита (решета) молоткових дробарок виготовляють із листової стали методом штампування, причому отвори розташовують у шаховому порядку. Щоб отвори не забивалися матеріалом, що подрібнюється, їх виконують такими, що розширюються.

Змішувачі призначені для приготування комбікормів шляхом змішування попередньо підготовлених та дозованих сухих та рідких сировинних компонентів. Результатом змішування є одержання однорідної суміші компонентів – розсипного комбікорму. Таким чином, частинки кожного компонента повинні бути рівномірно розподілені у всьому обсязі суміші. Однорідний розподіл особливо важливий для компонентів з малими дозами введення: премікс, кухонна сіль та ін. Для комбікормів однорідність суміші має становити не менше 90%.

Змішувачі, що використовуються в комбікормової промисловості, класифікують за кількома категоріями:

- За принципом дії – на змішувачі безперервної та періодичної дії.
- По вигляду змішуваних компонентів – для змішування сухого сировини та для змішування сухої та рідкої сировини.
- За орієнтацією валу з робочими органами – на вертикальні та горизонтальні змішувачі.
- За кількістю робочих органів (валів з насадками) – на одновальні та двовальні.
- За типом робочих органів – на шнекові (спіральні), лопатеві та комбіновані.

Найбільш поширеними є горизонтальні лопатеві змішувачі, де завантаження, змішування та вивантаження відбувається у безперервному режимі (Рис. 2)

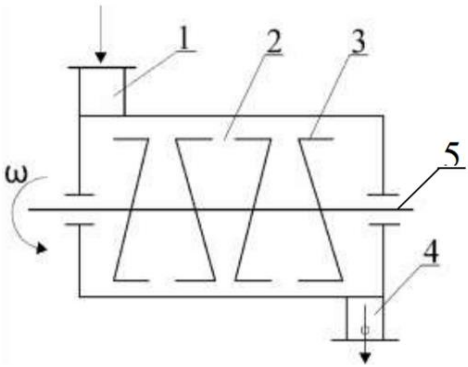


Рис. 2. Схема лопатевого горизонтального змішувача:
1 - завантажувальний пристрій; 2 – корпус; 3 – лопата; 4 – випускний пристрій; 5 – вал.

Для прискорення процесу змішування та забезпечення високої однорідності суміші вали обладнують лопатями та спіральними навивками, а спіральні навивки виконують переривчатими або багатоспіральними (Рис. 3). Також високою ефективністю характеризуються двовальні змішувачі, робочі органи яких обертаються у протилежних напрямках.

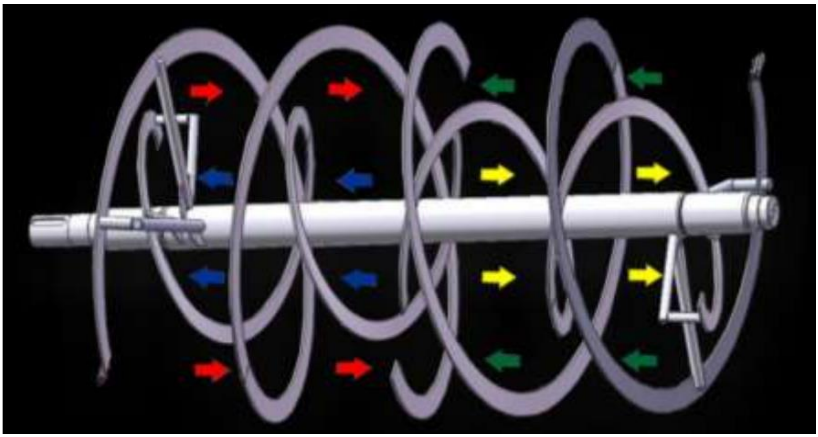


Рис. 4. Вал шнекового змішувача з навивкою у формі спіралі.

Одним з прикладів кормозмішувача з комбінованим робочим органом, що використовується у вітчизняній кормовій промисловості, є кормозмішувач 40-А, який забезпечує змішування зволожених компонентів комбікорму.

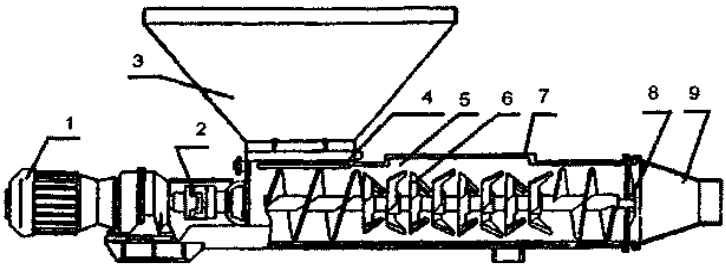


Рис. 3. Кормозмішувач 40А: 1 - електродвигун; 2 - муфта; 3 - завантажувальний бункер; 4 - пристрій для подачі води; 5 - робоча камера; 6 - місильні лопаті; 7 - оглядовий люк; 8 - розвантажувальне вікно; 9 - конічна насадка

Виготовлення гранульованих тонучих комбікормів способом сухого пресування є основним способом у всьому світі по виробництву їх для рибництва. Цим способом гранульованих комбікормів для потреб рибництва виготовляється більше 95%. Комбікормова промисловість для виробництва гранульованих комбікормів використовує гранулятори марок ДГ або ДПБ, ОГМ.

Технологічний процес гранулювання комбікорму включає наступні операції: контроль розсипного комбікорму за вмістом металомагнітних та великих домішок; пропарювання розсипного комбікорму та його змішування з рідкими компонентами; пресування розсипного комбікорму в гранули; охолодження гарячих гранул; просіювання гранул для відділення дрібних частинок; подрібнення гранул при виробленні крупки (необов'язково); сортування крупки (необов'язково); зважування готового гранульованого комбікорму (крупки).

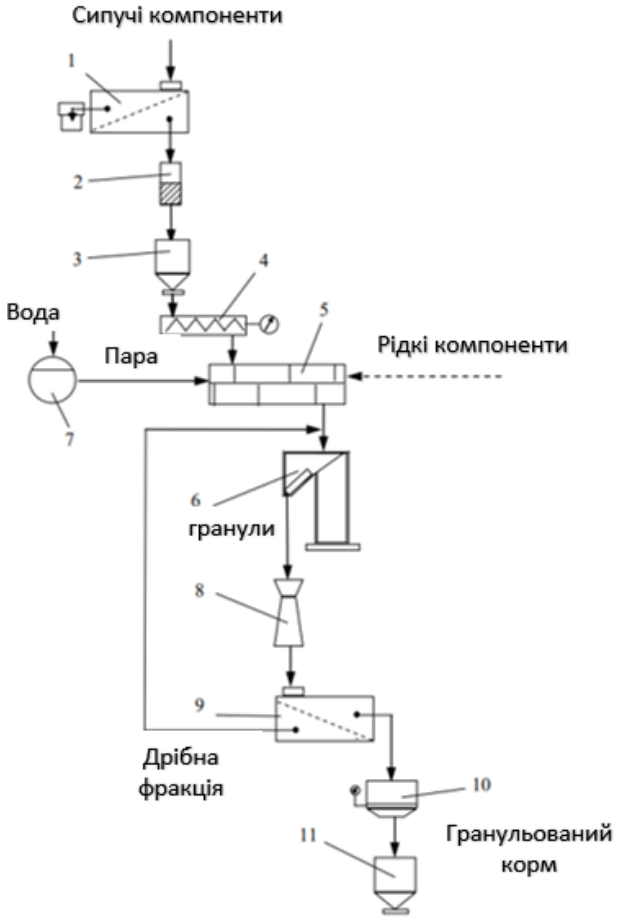


Рис. 4. Технологічна лінія виробництва гранульованого комбікорму: 1, 9 – просіювальна машина з одним решетом; 2 – магнітна колонка; 3, 11 – бункер оперативного зберігання; 4 – шнековий живильник; 5 – кондиціонер-змішувач; 6 – прес-гранулятор; 7 – парогенератор; 8 – охолоджувач; 10 - ваги (ваговий бункер).

Розсипний комбікорм пропускають через машину, що просіває (1) з одним решетом для виділення великих домішок і через магнітний сепаратор (2) для виділення металомагнітних домішок. Розсипний комбікорм надходить в накопичувальний бункер (3), звідки шнековим дозатором (4) подається в кондиціонер-змішувач (5), встановлений над прес-гранулятором (6). Кондиціонер-змішувач (5) подається гарячий пар з парогенератора (7), комбікорм зволожується до 15-18% і нагрівається до 60-80ºС. Одночасно в кондиціонер-змішувач (5) можуть вводитися рідкі сполучні компоненти (меляса або олія), які поєднуються з комбікормом, полегшуючи його гранулювання. Оброблений розсипний комбікорм пресується в гранули в прес грануляторі 6. Пресування комбікорму в гранули забезпечують кільцеві матриці з отворами різних діаметрів залежно від призначення корму. Розігріті до 70-80°С гранули підсушуються і охолоджуються в охолоджувачі (8). Потім гранули надходять на просіювальну машину (9) з одним решетом, де відбувається відділення крихти та борошнистих частинок, які спрямовуються на повторне гранулювання. Готовий гранульований комбікорм зважується на вагах (10) і направляється на оперативне зберігання бункері (1)1, після чого упаковується та відвантажується споживачеві. Отримання гранул можливе без застосування водяної пари при використання гарячої води, меляси, олії або інших рідких зв'язувальних компонентів, що вводяться в розсипний комбікорм в кондиціонері-змішувачі.

Спеціальним дослідно-конструкторським бюро «Техрибвод» (м. Київ) розроблено й успішно впроваджено у виробництво лінію приготування гранульованих комбікормів безпосередньо у господарствах з місцевих сировинних ресурсів, продуктивність якої становить до 500 кг/год за потужності 20 кВт.

Для приготування гранульованих кормів можна застосовувати також гранулятор ГПФ, який гранулює дрібну і пилоподібну фракції комбікорму, що утворюються після його просіювання. Складається він із преса, змішувача, дозатора, бункера і конвеєра-завантажувача. Прес і дозатор приводяться в дію від мотор-редукторів, а змішувач і конвеєр-завантажувач -

від електродвигунів. Принцип роботи гранулятора: конвеєр-завантажувач подає відсів комбікорму в бункер, звідки той потрапляє в дозатор, яким подається до змішувача. На вході у змішувач до відсіву комбікорму додається потрібна кількість води. Внаслідок постійного перемішування відсіву з водою у змішувачі утворюється кормосуміш, придатна для гранулювання. Зі змішувача вона потрапляє на прес, де корм гранулюється. Нижче наведено технічну характеристику гранулятора.

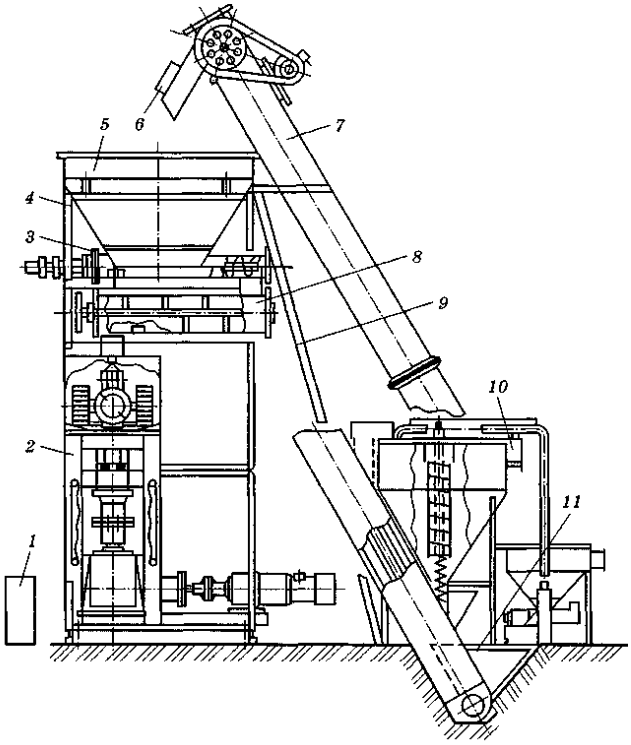


Рис. 5. Лінія приготування гранульованих комбікормів з місцевих сировинних ресурсів: 1 - пульт керування; 2 - прес; 3 - живильник; 4 - каркас; 5 - бункер; 6 - магніт; 7 - конвеєр; 5 - змішувач; 9 - драбина; 10 - млин-змішувач; 11 - сито

Таблиця 1. Технічна характеристика гранулятора ГПФ

Продуктивність, кг/год	Не менш як 1000
Діаметр отвору матриці, мм	4,7
Витрати, кг/год	Не більш як 150
Встановлена потужність, кВт	16,87

Гранулювання комбікормів проходить при тиску пари в межах 3,5-4,5 кг/см^3 і температури 110-120°С, потім комбікорм пресуючими роликами продавлюється через отвори усередині кільцевої сторони кільцевої матриці, а із зовнішнього боку ножі зрізають гранули з температурою 80 °С і охолоджуються в охолоджувальній колонці до температури на 5-10 °С більше повітря. Для отримання крупи охолоджені гранули подаються на подрібнювач і на сортування по фракціях.

Комбікорми для цінних порід риб (осетрові, лососеві) також виготовляють методом екструдування. Такий корм на початковому етапі готується по технології приготування розсипного комбікорму, після чого отримана суміш піддається екструдуванню. Щільність гранул залежить від ступеня вибуху екструдатів і, відповідно, від рецепту комбікорму (зокрема, співвідношення крохмалистих і некрохмалистих компонентів і жирності продукту). При екструдуванні регулюють кількість і параметри пари, що подається, введення води, температуру процесу в різних зонах екструдера. Змінюючи параметри процесу екструдування, можна змінювати об'ємну вага готового комбікорму, домагаючись різної поведінки гранул у воді: плавучість на поверхні, швидка занурюваність або занурюваність із заданою швидкістю. При регулюванні параметрів екструдування комбікорму змінюється розмір порожнин у гранулах, які на наступному етапі технологічного процесу можуть бути заповнені риб'ячим жиром. Завдяки високої пористості екструдованого корму в нього можливо ввести велику кількість необхідного для риб жиру (до 35-40%).

Екструдований комбікорм має високу водостійкість та добре зберігає форму гранул. Технологія виробництва

екструдованого комбікорму, як правило, включає наступні етапи: прийом та очищення сировини; дозування; подрібнення; змішування компонентів (приготування розсипного комбікорму); кондиціювання (зволоження); екструдування; подрібнення; сушіння; введення рідких компонентів (напилення); охолодження; упаковка.

У ході технологічного процесу (Рис. 6) розсипний комбікорм надходить в оперативний бункер 1, звідки через шнековий дозатор 2 подається в кондиціонер 3, де зволожується гарячою парою, що виробляються в парогенераторі 4. Зволожений розсипний комбікорм надходить в екструдер 5, де піддається екструдуванню. На виході з материнки екструдера 5 екструдат нарізається на певні гранули розміру (від 1 до 10 мм) ножами, що обертаються. Гранули екструдата з вологістю 20-25% надходять у стрічкову сушарку 6, де їх вологість знижується до 8-10%. Висушені гранули комбікорму транспортуються в оперативний бункер 7, звідки через шнековий ваговий дозатор 8 надходять на установку вакуумного напилення 11. В установку вакуумного напилення 11 з ємностей 9, оснащеними об'ємними дозаторами, надходить рідка сировина (олії). Також з ємності 10 установку напилення 11 подаються сухі добавки. В установці 11 під змінною дією вакууму, створюваного вакуум-насосом 12, і атмосферного тиску проводиться напилення рідких, а потім сухих добавок на поверхню гранул комбікорму. Після цього гранули корму по стрічковому транспортеру подаються в протиточний охолоджувач 13. Гранули екструдованого комбікорму охолоджуються в охолоджувачі 13 і потім направляються в бункер готової продукції 14. У разі наявності в екструдаті значної дрібної фракції гранули направляються на просіювач, в якому виконується їх сепарація: кондиційні гранули направляються для напилення рідкої сировини, а дрібна фракція повертається на повторне екструдування.

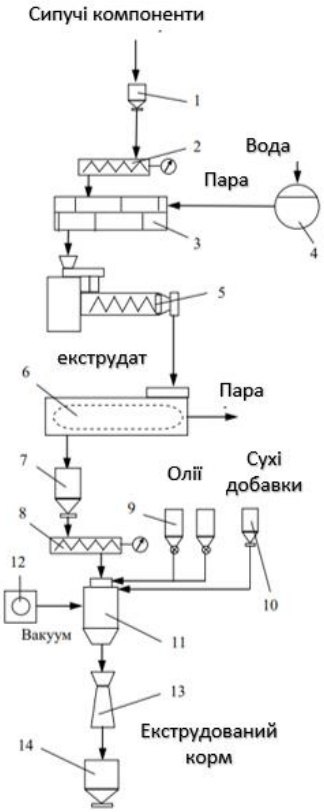


Рис. 6. Технологічна лінія екструдування розсипного комбікорму: 1, 7, 10 – оперативний бункер; 2, 8 – шнековий дозатор; 3 – кондиціонер; 4 – парогенератор; 5 – екструдер; 6 – сушарка; 9 – ємності для рідкої сировини; 11 – встановлення вакуумного напилення; 12 - вакуум-насос; 13 – охолоджувач; 14 – бункер для готового комбікорму

Тема 11. Автоматизована годівля в РАС

Питання раціональної годівлі є дуже важливим для індустріального рибництва, особливо – для РАС. По-перше, корми, що відповідають сучасним вимогам аквакультури, мають достатньо високу вартість. Тому обсяг згодованого корму має бути раціонально обґрунтованою. По-друге, кількість органічного навантаження на оборотну воду РАС буде залежати від кількості згодованого корму, особливо, якщо у систему надходить надлишок кормів, який не споживається рибами. Відповідно, надлишок кормів викликає значне навантаження на споруди із очищення води. З огляду на це кожне господарство намагається максимально ефективно використовувати корми та, водночас, зменшувати кількість забруднень, що надходять у воду басейнів.

Високий рівень автоматизації та механізації основних виробничих процесів в індустріальному рибництві передбачає також і мінімізацію ручної праці при годівлі риб. Дана технологічна операція відноситься до найбільш важливих та відповідальних, тому потребує нагляду та контролю з боку людини, проте сучасні засоби здатні забезпечити ефективний транспорт, точне дозування та рівномірний розподіл по заданій площі. Виключення у даному аспекті становить лише процес годівлі риб на ранніх етапах розвитку, де пріоритетним є використання живих кормів та вкрай важливо контролювати активність поїдання молоддю кормів. Отже, основною задачею автоматизованої (роботизованої) годівлі є ефективне внесення у басейн заданих обсягів корму у визначений період часу. Ефективне внесення корму передбачає його розподіл по площі з метою рівномірного поїдання рибами.

Більшість автогодівниць, що здатні забезпечувати дозоване згодовування кормів у заданий час, працюють від електроенергії. Окремі конструкції автогодівниць передбачають живлення від сонячних батарей або автономних елементів живлення (акумулятори, батареї). Існують також автогодівниці з механічним годинниковим приводом.

Автогодівниці бувають стаціонарними (розміщені безпосередньо біля басейну чи садка) або включені у склад

автоматизованих ліній (рухомими). Більшість автогодівниць для гранульованих кормів складаються з бункера для корму, пристрою вивантаження/дозування корму та пристрою його розкидання/внесення. Залежно від конструкції системи вивантаження чи розкидання корму розрізняють наступні типи автогодівниць:

- Шнекові. Вивантаження кормів забезпечується обертанням шнеку, який транспортує корм з бункера до точки вивантаження (рис. 1). Регулювання обсягів корму здійснюється шляхом зміни обертів шнеку протягом процесу вивантаження. Час та кількість вивантажень протягом доби регулюється або таймером, або системою автоматизації процесу. Обертання шнеку здійснюється за допомогою електродвигуна з редуктором. Характеризується простотою та надійністю конструкції. Має достатньо високу точність дозування, може ефективно застосовуватись для згодовування крихких кормів у вигляді пелет, пластівців і т.п. Водночас, не забезпечує розкидання корму, здійснює точкову годівлю.
- Стрічкові. Вивантаження корму у стрічкових автогодівницях відбувається завдяки руху транспортної стрічки, що приводиться у дію від електродвигуна. Такі годівниці також не призначені для розкидання корму. Обсяг внесеного корму визначатиметься тривалістю роботи транспортної стрічки, корм на яку надходить з бункера під дією власної ваги. Можуть забезпечувати внесення кормів на певній віддалі при нарощуванні довжини транспортної стрічки, але в цілому є малоефективними: корм на стріцчі внаслідок зволоження може налипати, питомі витрати на вивантаження доволі високі.
- Вібраційні. У вібраційних автогодівницях вивантаження корму здійсюється завдяки просипанню через отвори в бункері під час роботи вібраційного пристрою. Вібраційний пристрій приводиться у дію через електродвигун з ексцентриком, або електромагніт який через шток з'єднується з донною заглушкою бункера. Дана конструкція також не передбачає розкидання кормів – від падає донизу на поверхню під годівницею. Кількість внесеного корму регулюється шляхом зміни тривалості роботи відбраційного пристрою. Має доволі просту конструкцію, витрати електроенергії на вивантаження корму мінімальні, проте

у приміщеннях з високою вологістю можуть виникати проблеми при розмоканні кормів на краях вивантажувального пристрою та їх злипанні.

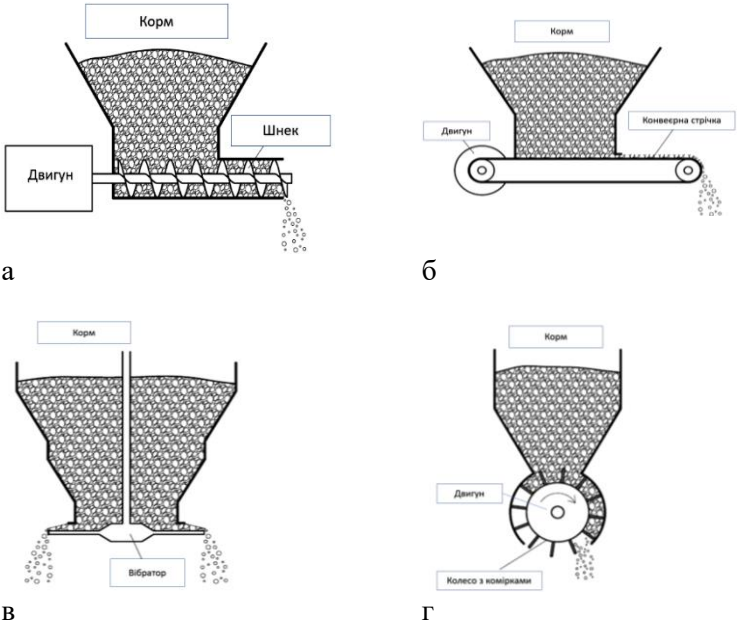


Рис. 1. Конструкції шнекової (а), стрічкової (б), вібраційної (в) та барабанної (г) автогодівниць.

- Дискові/лопатеві. Дані конструкції автогодівниць дозволяють розкидати корм на значну відстань і забезпечувати рівномірне його згодовування рибам у порівняно крупний басейнах а також рибницьких садках (рис. 2). Для забезпечення ефективної роботи такі годівниці мають у своїй конструкції механізм видачі корму, який дозує обсяг, що надходить до системи вивантаження. Розкидання корму відбувається за рахунок обертання тарілчастого розкидача або вертикально розташованих лопатей вивантажувального пристрою. Приводом слугує електродвигун, використання редуктора не є обов'язковим, оскільки у даному

випадку швидкість обертання має бути доволі високою. Точність дозування дещо поступається іншим годівницям, проте вони здатні вносити значно більші обсяги кормів за одиницю часу. Розкидання кормів тарілчастим пристроєм здійснюється по колу навколо годівниці, тоді як лопаті, розміщені на горизонтальній осі, спрямовують корм в одному напрямку. У процесі розльоту утворюється пляма розкидання корму з формою, близькою до трикутника. Через високі навантаження на гранули, комбікорми мають володіти достатньою механічною стійкістю та не розпадатись на пилоподібні частки.

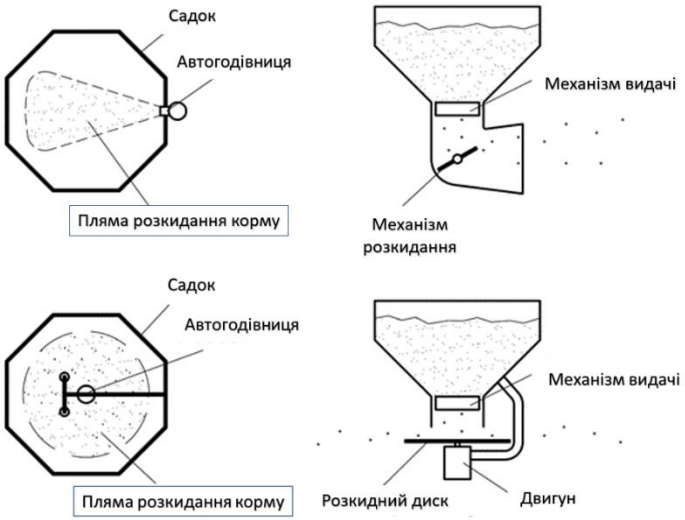


Рис. 2. Конструкції лопатевих та дискових систем вивантаження корму в автогодівницях.

- Із пневмовивантаженням. Пневматичні системи також дозволяють здійснювати розкидання корму на певну відстань від годівниці. Система пневмовивантаження може являти собою напірний трубопровід, підведений до днища бункера та спеціальну конструкцію (сопло), що спрямовує потік стисненого повітря із захопленим кормом на поверхню садка. У РАС система пневмовивантаження не знайшла широкого застосування через

особливості годівлі в таких господарствах. Проте, у рибницьких садках та ставових господарствах використовується доволі широко. Точність дозування таких годівниць обмежена, адже корм надходить з бункера під дією власної ваги. Також на процес розкидання суттєво впливатиме сила вітру. Значно більшого поширення здобули системи пневматичного транспорту, які одночасно можуть виконувати функцію заповнення кормових бункерів з складських приміщень та дозованої годівлі у великих басейнах. У такому разі в господарстві відводять приміщення із централізованим бункером, з якого корм під дією власної ваги надходить у повітродувку та спрямовується по трубопроводам до басейнів. У таких схемах відпадає необхідність постійного завантаження автогодівниць, що знаходяться біля кожного окремого басейна, процес годівлі значно спрощується. Водночас, точність розподілу кормів по різних басейнах є недостатньо високою, окрім того, у процесі транспортування значна частина корму може перейти у пилоподібну фракцію та суттєво збільшити органічне забруднення води УЗВ.

Рис. 3. Повітродувка з системою пневмоліній і центральним бункером для забезпечення автоматизованої годівлі риб у фермерському господарстві.

Актуальність автоматизованих ліній годівлі риб зростає з збільшенням виробничої потужності господарства. Більшість роботизованих ліній включають у себе блок управління, рухому на монорельсі автогодівницю, її механічний привід від електродвигуна та центральний бункер із кормами. Завантаження автогодівниці від центрального бункеру здійснюється автоматизовано. Видача кормів відбувається завдяки вібраційному або тарілчастому вивантажувальному пристрою. Роботизовані лінії доцільно влаштовувати для годівлі риб, які утримуються у групі однакових ємностей, розташованих поруч, на одній лінії. Внаслідок впровадження таких технічних рішень суттєво звільняється оперативний простір навколо басейнів, зникають ризики злипання комбікорму у бункері автогодівниці, розташованої безпосередньо поруч з басейном, відпадає потреба у постійному залученні людської сили для заповнення бункерів стаціонарних годівниць.

Тема 12. Механізована та автоматизована годівля у відкритих водоймах та садкових лініях

Окрім заміни ручної праці у та зменшення трудомісткості виробничих операцій, механізація процесів згодовування кормів у рибництві забезпечує більш раціональне використання кормів, що пов'язано із дозованою годівлею, дачею корму у визначеному місці, мінімальними втратами кормів та іншими факторами. Годівля риб у господарствах індустріального типу характеризується найвищим рівнем механізації із застосуванням автоматизованих ліній та мінімальними потребами у ручній праці. У ставових господарствах через особливості технологічного процесу повної автоматизації досягнути неможливо, тому основне завдання – максимально замінити ручну працю механізованими роботами.

Незалежно, чи аквaферма закуповує комбікорм, чи виготовляє на власних виробничих потужностях, виникає об'єктивна необхідність у зберіганні на території господарства певного запасу рибницьких кормів. Гранульовані і розсипчасті комбікорми зберігають у господарствах у складах підлогового і бункерного типу. Бункерні сховища (типу металевих силосних башт), які встановлюють безпосередньо на дамбах чи берегах ставів, дають змогу завантажувати кормороздавачі без операцій внутрішньогосподарського транспортування і перевантажування кормів. Однак через невідповідність строків постачання кормів із заводів навіть з об'єктивних причин строкам їх витрачання господарства змушені утримувати центральні склади для зберігання кормів, місткість яких розрахована на 40% річної потреби. Через це у рибницьких господарствах склалися дві технології роботи з кормами: перевалочна (в разі зберігання комбікормів на підлозі) і перевантажувальна (за бункерного зберігання комбікормів).

Перевалочна технологія ґрунтується на тому, що комбікорми, доставлені із залізничної станції (чи заводу) автотранспортом, зберігають у складах підлогового типу, розміщених у центральній садибі господарства, і в міру потреби перевозять їх до місця роздавання. Для можливості забезпечення механізації навантажувально-розвантажувальних робіт склади

будують заввишки не менш як 4 м. При цьому не рекомендують установлювати стаціонарні машини для навантажування сипких матеріалів, оскільки вони швидко виходять із ладу внаслідок інтенсивної корозії. Раціональніше використовувати пересувні навантажувачі ЗПС-30, ЗПС-100, ПІП-0,4, ПМГ-0,2 або механічну лопату ТМЛ-2М, які повністю забезпечують механізацію комплексу навантажувальних робіт. Для виконання завантажувальних робіт у складах підлогового зберігання комбікормів застосовують також машину ЗПС-60, яка повністю забезпечує обсяг завантажувальних робіт для господарства площею 550 га ставів і більше.

Центральні склади бункерного типу забезпечують повну механізацію технологічних операцій, автоматичне керування режимом роботи, поліпшують умови зберігання кормів і різко знижують затрати праці. Склади будують зі збірних залізобетонних чи металевих конструкцій за типовими проектами. За *перевалочної технології* корми у складське приміщення доставляють із залізничної станції автотранспортом.

Перевантажувальна технологія полягає в тому, що корми з місця розвантажування (отримання), надходять у склади бункерного зберігання, встановлені поблизу водойм. Обсяг і кількість бункерів силосного типу розраховують, виходячи з площі водойми, добової норми роздавання кормів і двотижневого запасу (див. табл. 3.8). Завантажують бункери норією НЦГ (при доставці комбікормів автосамоскидами), пнемоконвеєрами, при доставці кормовозами ЗСК-10 – гвинтовим конвеєром, установленим на кормовозі. Потужність кормовозу вантажопідйомністю 4,6 т при самозавантаженні становить 8-12 т/год, при розвантаженні – 10-15 т/год.

Місткість і кількість бункерів силосного типу, рекомендованих для обладнання безпосередньо біля ставів різних площ, розраховують, виходячи з добової норми видачі корму та його двотижневого запасу.

Таблиця 1. Типи бункерів, рекомендованих для зберігання комбікормів

Площа ставу, га	Потрібна місткість бункерів, м^3	Рекомендований бункер			
		Тип	Місткість, м^3	К-сть, шт	Спосіб завантаж.
До 10	10	ХС з двох секцій	12,5	1	ЕЛТ-180
25	25,6	ХС з двох секцій	12,5	2	ЕЛТ-180
50	51,5	«Продмаш»	52,8	1	ЕЛТ-180
100	103	«Продмаш»	52,9	2	ЕЛТ-180
150	154	БМС-25	43	4	НЦГ-10
			50	3	НЦГ-20

Бункери типу Б-6 місткістю 6,5 м^3 рекомендується встановлювати на вирощувальних ставах площею до 6-7 га, їх завантажують за допомогою ЗСК-10. Крім перелічених, у рибницьких господарствах можна також використовувати бункери місткістю 12,5 і 25 т (БВ-12,5 і БВ-25), які промисловість випускає для сільського господарства серійно. У цих бункерах передбачено примусову вентиляцію корму холодним або підігрітим повітрям.

Окремі рибогосподарські підприємства мають успішний досвід виготовлення комбікормів на власних виробничих потужностях. Перевагами власного виробництва є можливість використовувати власну дешеву сировину, безперебійно та вчасно забезпечувати господарство кормами та економія на транспортних витратах. Причому виникає можливість розробляти корми власної рецептури, які краще підходять до місцевих умов вирощування риби.

Годівля риб у ставах здійснюється кормами, що надходять із бункерів або центральних складів, що розташовані у господарстві. Для забезпечення потрапляння корму у водойму необхідно здійснити ряд наступних виробничих операцій: *вивантаження корму із бункера – навантаження корму на транспортний засіб – транспортування корму до водойми –*

перевантаження на засіб для внесення корму у воду (техніка для згодовування) – дозоване вивантаження корму у водойму (здійснення процесу годівлі).

Виконання будь-якої з складових даної технологічної схеми вручну характеризується високою трудомісткістю, необхідністю організації бригади з декількох робітників та значними витратами часу. Ефективність використання засобів механізації визначається наступними критеріями: продуктивність машини, робоча швидкість руху, вантажопідйомність, енергоспоживання, універсальність та вартість обслуговування.

Залежно від обраної схеми і засобів механізації, що використовуються для її здійснення, та чи інша операція може бути виключена або об'єднана із іншою. Найбільш розповсюдженими є наступні схеми механізованої годівлі риб у ставових господарствах:

- Годівля з берега за допомогою пересувних берегових кормороздавачів.
- Годівля з берега за допомогою стаціонарних кормороздавачів
- Годівля за допомогою плавучих кормороздавачів
- Годівля за допомогою плавучих автогодівниць

При підборі механізмів для ефективного годування різних риб різних видів чи розмірів необхідно враховувати агрегатний стан комбікормів і кормосумішей, що можуть бути сухими гранульованими, різних фракцій і пастоподібними.

Берегові пересувні кормороздавачі ефективно використовуються на ставах невеликої площі, оснащених проїзними дамбами. Береговий пересувний кормороздавач являє собою машину на пневмоколісному ходу, обладнану бункером для корму та системою його вивантаження. Для забезпечення кидання корму у воду переважно застосовується система пневмовивантаження. Пересувні кормороздавачі представлені самохідними або причіпними машинами (буксируються тракторами ДТ-20 або ЮМЗ). Пересувні кормороздавачі завантажуються кормом безпосередньо з бункера, транспортують його до водойми, та вносять у воду, проїжджаючи вздовж берегової лінії.

У вітчизняних господарствах на ставах площею до 10 га досить часто використовують причіпні пересувні пневматичні кормороздавачі ПКР, які мають бункер об'ємом 1,5 м^3 і здатні за швидкості 5-8 км/год вносити з дамби корми на відстань до 8 м від берегової лінії.

Кормороздавачі марок ПД-0,6 (Рис. 1), Н-17-ІКО призначені для дозованого роздавання гранульованого корму у стави з берега. За дальності кидання 1 кг порційного корму на 5 м від берегової лінії кормова пляма розпливається на 1 м^2. Кормороздавач Н-15-1Л2Ф-13 крім дозованого роздавання гранульованих кормів з продуктивністю 500 кг/год пресує і роздає тістоподібний корм з продуктивністю 700 кг/год. У серійний випуск введено оновлений тип універсальних пересувних кормороздавачів, змонтованих на рамі самохідного шасі Т-16М (табл. 1), які розроблені спеціальним дослідно-конструкторським бюро «Техрибвод».

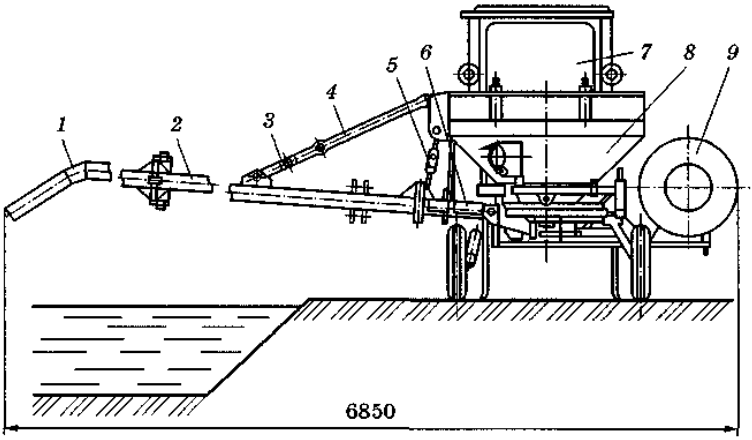


Рис. 1. Кормороздавач ПД-0,6: *1* - змінна насадка; *2* - кормовикидний трубопровід; *3, 5* - талпер; *4* - розтяжка; *6* - привід; 7 - самохідне шасі Т-16МГ; *8* - бункер; *9* - вентилятор

Таблиця 2. Технічна характеристика берегових пересувних кормороздавачів

Показник	Марка кормороздавача	
	ПД-0,6; Н-17-ІКО	Н-15-ІЛ2Ф-13
Місткість бункера, $м^3$	0,9	0,9
Дальність подачі корму, м	5	До 12
Вантажопідйомність, кг	800	500 - 800
Потужність двигуна, кВт	18,3 (25)	18,3 (25)
Обслуговуючий персонал, осіб	1	1
Маса, кг	2100	2100

Для дозованої подачі гранульованого корму з берега у вирощувальні стави призначений кормороздавач КН-800 з начіпним обладнанням. Він складається з бункера, обладнаного системою дозування і пневмовивантажування, та механічних передач. Агрегатується з трактором типу ЮМЗ-6. Привід виконавчих механізмів здійснюється від валу відбирання потужності трактора. Корм завантажується у бункер і під дією власної ваги надходить у дозатор. При вмиканні дозатора доза корму подається в систему пневмовивантажування, де підхоплюється повітряним потоком і кидається у став. Відстань викиду регулюється кутом нахилу трубопроводу, через який видається корм. Технічну характеристику кормороздавача наведено нижче.

Таблиця 3. Технічна характеристика кормороздавача КН-800

Показники	Значення
Вантажопідйомність за кормом, кг	Не більш як 800
Разова доза видачі корму, кг	1+10 %
Відстань кидання корму, м	5 - 12
Площа кормової плями, $м^2$	6
Робоча швидкість агрегата, км/год	4 - 9
Привід пневмосистеми	Вентилятор
Тип	ВВД-5

За умов вирощування в господарстві молоді цінних промислових видів риб до життєстійких стадій виникає потреба застосування високоефективних стартових кормів, які мають

досить високу вартість. З метою раціонального використання останніх під час експлуатації басейнових і лоткових ліній доцільно застосовувати вібраційні кормороздавачі проектів СДКБ «Техрибвод», які забезпечують різке зниження втрат і підвищують продуктивну дію стартових кормів, одночасно задовольняючи біологічні потреби риб і вирішуючи проблему скорочення затрат ручної праці завдяки механізації процесу.

У разі використання плавучих кормороздавачів корми, які попередньо підготовані для згодовування, доставляють до водойм і перевантажують у кормороздавачі самохідними шасі Т-16М, обладнаними самоскидними кузовами. Завантаження бункерів плавучих кормороздавачів кормом здійснюється переважно біля берега за допомогою навантажувачів РГК-700, РГК-900.

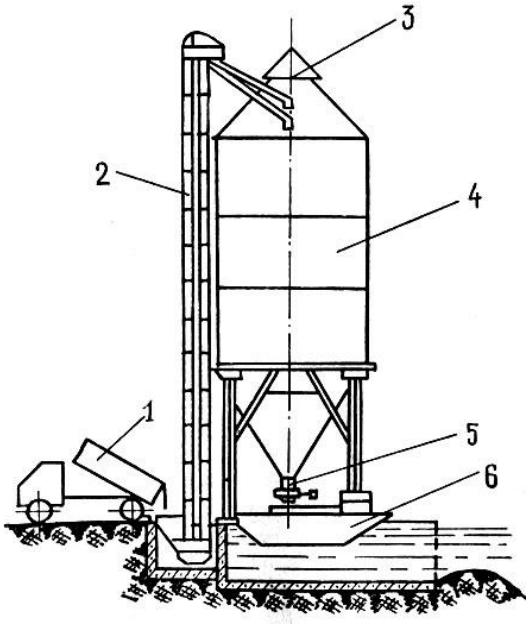


Рис. 2. Схема механізації при годівлі за допомогою плавучих кормороздавачів: 1 - кормовоз; 2 - норія; 3 - вивантажувальник; 4 - бункер силосного типу; 5 - шибер; 6 - кормораздавач.

У разі наявності у господарстві кормовозів ЗСК-10, ЗСК-15 або аналогів для транспортування кормів у бункери з місця отримання, вони можуть бути використані також і для завантаження кормороздавачів. Норія являє собою багатоковшовий вертикальний підйомник, який шляхом переміщення нескінченої стрічки з ковшами забезпечує підйом корму з приямку для вивантаження у завантажувальну горловину силосного бункера.

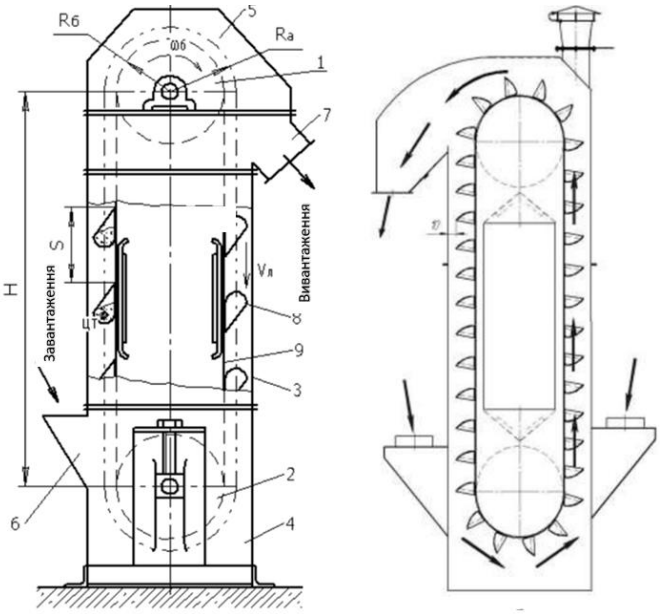


Рис. 3. Конструкція норії: 1 – верхній (привідний) барабан; 2 – нижній (натяжний барабан); 3 – кожух; 4 - черевик норії; 5 – головка норії; 6 – завантажувальна горловина; 7 – вивантажувальна горловина; 8 – ківш; 9 – норійна стрічка.

Таблиця 4. Технічна характеристика вібраційних кормороздавачів

Показник	Марка кормороздавача	
	ІКХ	ІКФ
Місткість бункера, л	1,5	50
Разова доза видачі корму, г	2-20	20 - 500
Точність дозування, %	+20	+15
Площа кормової плями, $м^2$	Не менш як 0,6	Не менш як 2,4
Продуктивність, г/хв	До 30	До 600
Споживана потужність, кВт	3,6	40
Маса годівниці, кг	5	46

Для роздавання кормів по воді застосовують різні агрегати, найчастіше системи "катамаран". Рушієм переважно є дизельний або бензиновий двигун (рідше – електричний). Окремі конструкції передбачають рух по воді за допомогою гребних колес, що приводяться у дію завдяки крутінню педалей працівником, який здійснює годівлю. Серійно випускають кормороздавачі гранульованих і сипких кормів КРЗ-1, СКР і АКУ різних модифікацій, тістоподібних кормів – 1507 і ІРД. Залежно від площі ставів рекомендуються такі типи кормороздавачів: для ставів площею від 15 до 35 га – КРЗ-1; від 30 до 70 га – СКР-1,5 , понад 70 га – СКР-3А. Серійні плавучі кормороздавачі іноді не задовольняють вимоги господарств, що змушує їх виготовляти кормороздавачі з іншими технічними параметрами, більш придатні для конкретних умов окремих акваторій, які використовують для виробництва продукції рибництва.

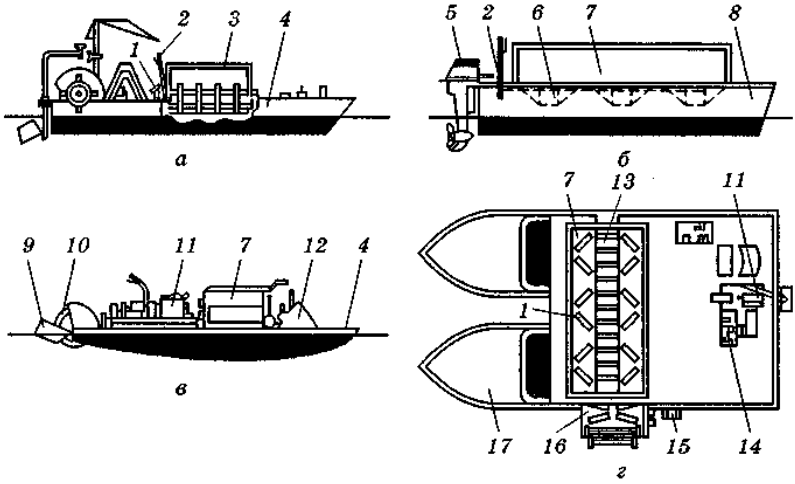


Рис. 4. Кормороздавачі КРЗ-1 (а), СКР-1,5 (б), ІРД (в), АКУ-2 (г): 1 - педаль; 2 - важіль; 3 - вивантажувальні вікна; 4 - корпус; 5 – підвісний мотор; 6 - заслінка; 7 - бункер; 5 - понтон; 9 - стерно; 10 - гребне колесо; 11 - двигун; 12 - пульт керування; 13 - скребковий конвеєр; 14 - гідронасос; 15 - гідромотор; 16 - розвантажувальний пристрій; 17 - човен

Таблиця 5. Технічна характеристика плавучих кормороздавачів

Показник	Марка кормороздавача						
	КРЗ-1	СКР-	АКУ-2	1507	КРП-2	ИКП-1,6	ІРД
Продуктивність, т/год	1,2	6,0	6,0	4,0	4,5	3	4,0
Вантажопідйомність, т	0,6	3,0	1,2	3,0	2	1,6	3,5
Швидкість розда-вання корму, км/год	6	5	7	6-7	4-5	4-5	4-6
Занурення при завантаженні, м	0,35	0,40	0,30	0,45			0,48
Тип двигуна	СМ-557Л	Підвіс-ний	СМ-557Л	Д37Б	гребне колесо		Д 37М
Габарити, м *довжина*	5,3	7,7	4,8	9,2			8,5
ширина	2,5	2,8	3,5	3,0			2,7
висота борту	0,6	0,8	0,5	0,7			0,8

На нагульних ставах площею понад 100 га використовують кормороздавач 1507, який у багатьох підприємствах удосконалений. Також використовують кормороздавачі ІРД, СКР-3А, АКУ-2. Для ставів площею до 50 га особливо ефективний та економічний кормороздавач КРП-2, призначений для безперервного дозування і роздавання гранульованих кормів. Його також використовують для внесення розсипчастих мінеральних добрив. За його допомогою можна роздавати корми дозами до 12 т безперервно («доріжкою») до 500 г/м^2. При годівлі риби у нагульних і вирощувальних ставах для рибницького господарства площею ставів 500 га досить однієї комплексно механізованої лінії. За порівняно невеликих обсягів приготування і завантаження у транспортні засоби тістоподібних кормів із різними добавками використовують завантажувач-кормороздавач КУТ-3М, для приготування і роздавання тістоподібних кормів у рибницьких господарствах на великих ставах — агрегат УРД. Серійні кормороздавачі іноді не задовольняють вимоги господарств, що змушує їх виготовляти кормороздавачі з іншими технічними параметрами, більш придатні для конкретних умов окремих акваторій, які використовують для виробництва продукції рибництва.

Прогресивним напрямом у практиці годівлі риби є автоматизація за допомогою застосування автоматичних годівниць різних конструкцій. Це універсальні кормороздавачі з біонічною схемою керування, тобто корм видається дрібними порціями на своєрідну вимогу риби.

Для вирощувальних ставів використовують багатомаятникові універсальні автогодівниці з місткістю бункера 50 - 300 кг. Однак найкраще зарекомендувала себе плаваюча автогодівниця на нагульних водоймах. Встановлена на катамарани, вона забезпечує рівномірне розміщення кормів по акваторії водойми і якісне годування дворічок коропа. Автогодівницю «Рефлекс-Т-1500» (рис. 11.5; випускається такої самої модифікації з місткістю бункерів 1000 - 3000 кг) встановлюють на глибині 1,2 - 1,3 м з розрахунку одна на 10 га, або точніше, на 20 т товарної продукції. Обслуговують плавучі

автогодівниці за допомогою кормонавантажувачів ОМ-91 та АКР-1.

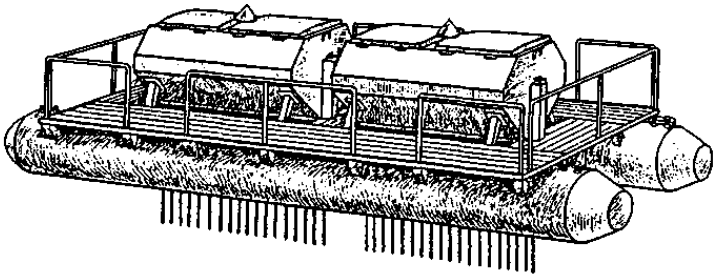


Рис. 5. Автогодівниця «Рефлекс-Т-1500».

Годівниці «Рефлекс Т-14» виконані у вигляді бункера з отвором, встановленого на підставці і закритого кришкою. В отворі бункера знаходиться грибоподібний клапан, півсфера якого закриває отвір. Клапан обладнаний довгим стрижнем-маятником із принадою, що стимулює у риби рефлекс хапання. При захопленні рибою принади маятник відхиляється вбік, клапан злегка відкривається і гранули висипаються у воду. Місткість бункера цієї моделі - 12 кг. Промисловість освоїла випуск автогодівниць типу «Рефлекс» різних типорозмірів. Для обслуговування товарних саджалкових ліній розроблено одномаятникову автогодівницю «Рефлекс-Т-1-50» з місткістю бункера 50 кг. їх обслуговує тракторний кормонавантажувач РГК-700, який здійснює 2-3-разове завантаження автогодівниць на добу.

Годівля риб за допомогою стаціонарних берегових автогодівниць можлива у невеликих водоймах для вирощування малька, у відкритих басейнах або стаціонарних садкових лініях. Таким чином, для здійснення процесу годівлі необхідне забезпечення транспортування кормів із бункерів та перевантаження їх у стаціонарні кормороздавачі. На стаціонарних берегових автогодівницях можлива автоматизація процесу видачі кормів. При цьому видача корму забезпечується турбінами з вертикальними, рідше – горизонтальними лопатями, системою пневмовивантаження або завдяки біонічній системі

(для річняків і старших вікових груп). Автоматизація процесу передбачає встановлення електронних систем керування роботою годівниці або влаштування механічних таймерів вмикання-вимикання. Відповідно, для забезпечення механізованої годівлі, необхідно підведення електроструму або використання сонячної енергії.

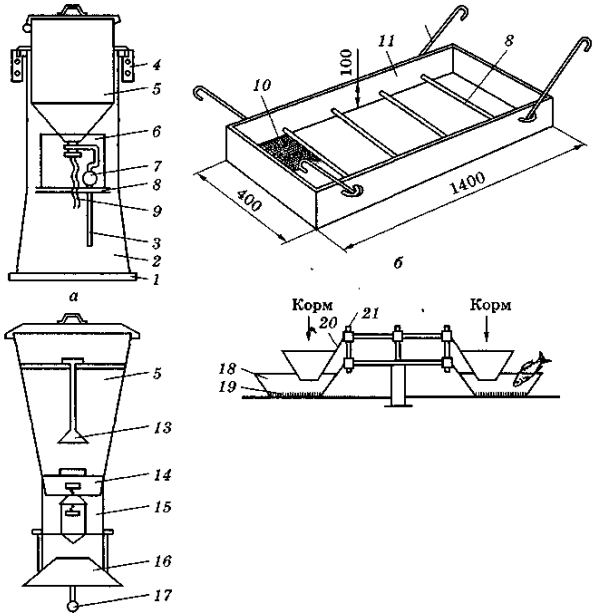


Рис. 6. Автоматичні годівниці: а - одномаятникова «Рефлекс-1»; б - аерогодівниця для роздавання тістоподібного корму; в - самогодівниця; г - платформова годівниця для риб; 1 - піддон; 2 - стояк піддона; 3 - маятник; 4 - кронштейн кріплення годівниці; 5 - бункер; 6 - захисний кожух; 7 - куляста опора; 5 - поперечна планка; 9 - стояк з гвинтовою різзю; 10 - сітчасте дно; 11 - рама; 12 - гаки для підвішування годівниці; 13 - розвантажувальний конус; 14 - направляючий стрижень; 15 - циліндр; 16 - розсіювач гранул; 17 - кулька-принада; 18 - платформа; 19 - гнучкі елементи для утримання корму; 20 - кріплення кормо-бункера; 21 - шпильки

Годівля порівняно крупних риб пов’язана із необхідністю видачі корму на достатньо великій площі басейну чи садка, кількість корму має бути пропорційною кількості та розмірам риб, що утримуються у ємності. Тому досить важливою задачею є розподіл комбікорму, що задається, по площі ємності, - в іншому випадку існує велика ймовірність переїдання риб, що опинилися ближче до точки скиду корму та недоїдання тих риб, що були на віддалі. Тому більшість конструкцій автогодівниць для годівлі порівняно крупних та дорослих риб передбачають систему, що розкидає корм навколо годівниці по колу (горизонтальні дискові чи тарілчасті вивантажувальні пристрої), або кидає його на певну відстань із визначеним сектором розльоту (пневмовивантаження, вертикальна крильчатка).

Тема 13. Механізований облов водойм та перевантаження риби

Процес облову рибогосподарських водойм складається з таких операцій: концентрування, розвантаження, сортування, облік та навантаження риби в живорибний транспорт. Для виконання всіх цих операцій потрібні спеціальне обладнання і система механізмів.

Концентрувати рибу в спускних ставах доцільно у спеціально обладнаних рибовловлювачах, розміщених за лежаком донного водоспуску перед або на скидному каналі Суміщення рибовловлювачів зі скидним каналом — економічне і просте рішення. Ці гідротехнічні споруди різняться за конструкцією, розмірами, розміщенням відносно ставу, умовами водопостачання й водоскиду.. Споруди для прийому риби із става розрізняються за конструкцією, розмірами, розташуванню по відношенню до става, умовами водопостачання 33 і водоскиду. Їх можна класифікувати за наступними ознаками: за конструктивним виконанням - прямоточні і непрямоточні, однокамерні і багатокамерні з послідовними або паралельними з'єднаннями; за принципом дії - з примусовим, спонукальним або змішаним зганянням риби в камеру облову. Примусове заганяння риби в камеру облову рибоуловлювача здійснюється за допомогою бреднів, ґрат підгонок і електрогонів. Рибоуловлювач доцільно розташовувати паралельно або греблі става, або скидному каналу. При такому розташуванні рибоуловлювача основна маса наносів піде по водоскидному каналу і лише частина потрапляє в рибоуловлювач, що дуже важливе для правильної його експлуатації. Типовий рибоуловлювач є каналом трапецеїдального поперечного перетину. Дно рибоуловлювача зміцнюється бетонуванням або залізобетонними плитами, укоси засіваються травою, задерновуються або кріпляться бетонними плитами. На початку і в кінці рибоуловлювача розташовуються бетонні стінки з пазами для ґрат і шандор. Концентрація риби в рибоуловлювачі здійснюється двома основними способами - механічним і електричним.

При механічному способі застосовуються ґрати підгонки, які переміщуються за допомогою двохбарабанної лебідки або

кран-балки. В цьому випадку рибовловлювач необхідно оснастити рейковою дорогою, по якій переміщуватиметься візок або балка з вертикальними ґратами. Ґрати підігнані до металевої рами, розміри якої відповідають внутрішнім розмірам рибовловлювача. Рама ґрат обтягується металевою або риболовецькою сіткою, вічко якої менше розмірів концентрованої риби. В окремих випадках ґрати виготовляються з металевих прутків. Концентрація риби здійснюється шляхом повільного переміщення ґрат до місця вивантаження риби.

При електричному способі концентрація риби відбувається за допомогою електричних полів. Для цього служать електрогони. Електрогон складається з несучої конструкції, пульту управління, бензоелектричного агрегату, кабелів, каната і фала. Несуча конструкція виконана з поліетиленових поплавків, сполучених шлангами, які забезпечують гнучкість конструкції і можливість зміни її довжини. До несучої конструкції, підвішуються електроди, які отримують живлення від бензоелектричного агрегату через роздільник напруги.

У деяких рибовловлювачах одночасно з концентруванням риби здійснюють її сортування за допомогою встановлених решіток із прутків. Принцип їх роботи полягає в проходженні риби під дією власної маси через горизонтальні або похило встановлені решітки, що розділяють живу рибу за товщиною. Співвідношення риби і води у рибовловлювачах таке: для товарної риби 1:4, цьоголітків 1:8. Рибу до камер облову рибовловлювачів підганяють вертикальною рухомою решіткою, що переміщується за допомогою двобарабанної лебідки або електрогонів марки ЕРГ.

Таблиця 1.Технічна характеристика електрогонів

Показник	Марка електрогона	
	ЕРГ-1-8/1	ЕРГ-1-8/4
Номінальна потужність, кВт	1	4
Джерело живлення (бензоагрегат)	АБ-1-0/230	АБ-4-0/230
Вихідна напруга на розподільнику, Вт	16; 36; 48	25; 75; 100
Переріз водного простору, який перекривають, $м^2$	28	57
Маса, кг	362	694

Рибу із рибовловлювача дістають механічним і гідромеханічним способами із застосуванням різних схем розвантаження. Найпоширенішою є краново-контейнерна схема з використанням вантажопідйомних кранів різного типу та контейнерів місткістю від 250 до 1000 кг, дно яких виготовлене з перфорованої листової сталі, а стінки — сітчасті. Недоліком цієї схеми є переважання ручної праці при навантажуванні контейнерів. Усуває цей недолік роторно-ковшовий навантажувальний агрегат Н-17-ІЛВ, за допомогою якого рибу з камери облову завглибшки до 0,7 м виймають безперервно. Продуктивність навантаження за місткості ковша 50 л становить до 50 т/год. У деяких господарствах застосовують механічне розвантаження риби за тельферною схемою. Вантажопідйомний засіб — це підвісні монорейкові шляхи з тельферами. Камера облову рибовловлювача поділена на два відсіки роздільником, який регулює першочергове завантаження двох контейнерів.

Також на спускних водоймах поширеним є контейнерний спосіб облову. Багаторічна практика підтвердила проектні дані щодо скорочення часу лову риби контейнерним методом у порівнянні з традиційним на 2-3 рази, зменшення експлуатаційних витрат у 3-4 рази, а також високу надійність цієї технології. Під час лову риби в ставку контейнерним методом до звичайного донного випуску з камерою лову поміщаються два контейнери, куди разом з потоком води при її спуску зі ставка потрапляє риба. Завантаження і підйом контейнерів здійснюються електротельфером наступним чином: під час підйому і вивантаження одного контейнера проводиться

наповнення другого. Вхід риби регулюється поворотом напрямних воріт. Енергопостачання електротельфера, а також освітлення робочої площадки забезпечує пересувна електростанція типу Е-8 або ЛЕП. Контейнер виконаний з перфорованого або сітчастого матеріалу. Основні його параметри такі: довжина - 4м, ширина - 0,8 м, висота - 1,3 м, місткість - 500 кг живої риби. Процес лову - безперервний, в ньому задіяні всього 2 людини. Неперервний лов риби у ставках контейнерним методом забезпечується при наявності на фермі достатньої кількості живого транспорту і садків для тимчасового утримання живої риби до відправлення її в торгову мережу. Механізація сортування рибного посадкового матеріалу у ставках. Для сортування рибного посадкового матеріалу карпа використовується установка "Короп-1". Її застосування дозволить механізувати ручну працю, підвищити продуктивність в 5,6 разів, зменшити витрати праці на 82%.

Гідромеханічний спосіб розвантаження живої риби ще не знайшов широкого застосування в рибництві, але він перспективний і полягає у тому, що рибу з камери облову рибовловлювача підіймають до стрічкового конвеєра за допомогою ерліфтної установки, в яку компресором нагнітається стиснене повітря. Стрічковим конвеєром виловлену рибу подають на сортування, зважують і завантажують у живорибний транспорт. Для збільшення потужності цієї лінії в її схему можна включати додатково кран типу «Піонер» із сітчастим сачком-каплером розміром 100х100х30 см замість металевого контейнера.

Таблиця 2. Технічна характеристика способів і схем розвантаження живої риби

Показник	Механічний спосіб, схема			Гідромеханічний спосіб	
	Кранова	Тельферна	Скипово-ковшова	Із краном «Піонер»	Без крана
Продуктивність, т/год	2	8 - 1 0	2-3	12	10
Споживана потужність, кВт	7	3	5	10	8
К-сть травмованої риби, %	До 5	До 3	До 8 - 10	До 5	До 3
Висота завантаження, м	5	До 10	4	5	1

Таблиця 3. Технічна характеристика вантажопідйомних кранів

Показник	Марка крана		
	«Піонер» М-2	Т-108А	МЕМЗ
Вантажопідйомність, т	0,5	0,5	1,0
Найбільша висота підіймання гака, м	4,5	4,5	5,5
Швидкість підіймання вантажу, м/хв	9,0	15,0	8,0
Потужність електродвигуна, кВт	2,7	2,8	1,8
Маса, кг	1062	1335	1910

Облов молоді і товарної риби проводять спеціально розробленими механічними перевантажувачами УОР та ОТР, які діють за скипово-ковшовою схемою. Недоліком цих установок є відносно високий ступінь (до 10%) травмування молоді в процесі перевантаження.

Таблиця 4. Технічна характеристика перевантажувачів риби

Показник	Марка перевантажувача	
	ОТР-2	УОР
Місткість скип-ковша, л	150	20
Швидкість переміщення скип-ковша, м/хв	2,8	1,1
Кількість скип-ковшів	1	3
Висота підіймання, м	4,5	3
Маса установки, кг	1600	320

Облов неспускних рибогосподарських водойм, які представлені, як правило, малими водосховищами площею до 1000 га і глибинами від 2 до 10 м, проводити порівняно із спускними набагато важче. Повністю виловити рибу з таких водойм практично неможливо, але потрібно прагнути до максимально можливого вилову з метою отримання максимуму товарної рибопродукції. Найпоширенішим способом активного облову неспускних водойм є застосування закидних неводів різних розмірів й конструкцій. Промисел риби цими засобами лову, які часто мають значні розміри (500-1000 м і більше), є дуже трудомістким процесом і потребує механізації окремих операцій.

Для вибирання невода та його заведення на внутрішніх водоймах використовують мотоневодник ММН. Це однопалубне самохідне судно, в середній частині якого встановлена неводовибирна машина ТУБ-4С потужністю 5,5 кВт, що забезпечує забір невода й урізів зі швидкістю 10 - 30 м/хв. Технічну характеристику малого мотоневодника наведено нижче.

На важкодоступних водоймах, ділянках водойм, що освоюються, добре зарекомендувала себе універсальна риболовецька машина УРОМ різних модифікацій, базовою основою якої є автомобіль-амфібія БАВ ЗІЛ-485. Ця машина за потужності двигуна 81 кВт здатна пересуватися по воді зі швидкістю до 10 км/год і виконувати всі операції щодо заведення й вибирання невода. Для цього вона оснащена двома лебідками МЛ-43, встановленими в носовій частині робочої платформи.

Машину УРОМ на закидному лові обслуговує бригада рибалок з п'яти осіб, включаючи водія. За відсутності мотоневодника й універсальної риболовецької машини використовують дерев'яні або металеві човни різних конструкцій, укомплектовані підвісними двигунами, що працюють на паливній суміші (бензин А76 + 4...5 % мастила МІОБ).

Тяга урізів і вибирання невода може здійснюватись також і з берега. Для цього використовують мотолебідки МЛ-43 і неводовибирну машину БСМК-ТТ-3, БСМК-ТТ-3М або ТУБ-31. Іноді урізи витягують за допомогою самохідних шасі Т-16М або тракторів МТЗ. Останніми роками в практиці рибництва на неспускних водоймах дедалі частіше використовують електромеханічні методи вилову риби.

Таблиця 5. Технічна характеристика мотолебідки і неводовибирної машини

Показник	Марка агрегата	
	МЛ-43	БСМК-ТТ-3М
Тягове зусилля, кН	120	120
Швидкість вибирання, м/хв	11,8	5,2 - 33,6
Маса, кг	90	1800

Для загону риби з важкодоступних ділянок водойми, спрямування її до засобів лову використовують електротони типу ЕРГ-1-8/1 і ЕРГ-1-8/4, які перекривають електричним полем змінного струму водний простір площею відповідно 28 і 57 м^2.

Локальний вилов риби у місцях її концентрування в неспускних водоймах завглибшки до 2 м здійснюють

електроловильними установками типу «Пелікан» і ЕЛУ різних модифікацій, з дією уніполярного поля, так званою анодною реакцією риби. Продуктивність цих установок у природних водоймах становить до 70 кг риби за годину, а в зариблених неспускних водоймах — до 150-200 кг/год.

У водосховищах площею 500 - 1000 га використовують електротрали ЕЛУ-2С, ЕЛУ-4, ЕЛУ-4М, оснащені підводним імпульсним генератором ГПІ-250М. ЭЛУ-4 є електрифікованим близнюковим тралом для облову неспускних водоймищ, озер і водосховищ завглибшки від 1,5 до 20 м. Електроловильний комплекс складається з буксируваного катамарана, сіткової частини трала з оснащенням, електроустаткування, двох буксирів потужністю 15 кВт кожен. Катамаран забезпечує безперервність лову. На катамарані ж розташовується бензоелектричний агрегат. Через різноманітності умов лову для роботи в комплекті ЭЛУ-4 розроблено декілька конструкцій тралів — донних, різноглибинних і донно-різноглибинних. Горизонтальне розкриття не перевищує 15 м, а вертикальне - 5 м. Швидкість тралення 0,4- 0,8 м/с. Електроустаткування ЭЛУ-4 складається з бензоелектричного агрегату потужністю 4 кВт, який живить підводний імпульсний генератор ГПИ-250 і електродну систему. Підводний імпульсний генератор перетворює змінний струм джерела живлення в уніполярні імпульси амплітудою 450 В і частотою 22, 35 і 52 Гц. Анод є плоским електродом з кабельного обплетення, підв'язаним до верхньої підбори трала. Катод за будовою схожий на анод, але більшого розміру і кріпиться до нижньої підбори. Вихідна напруга (амплітуда імпульсів) підводного генератора забезпечує перекриття гирла трала електричним полем при вертикальному розкритті трала до 5 м. Обслуговують електроловильний комплекс 4 людини. Окрім ЭЛУ-4, промисловість випускає модернізований ловильний комплекс ЭЛУ-4М. Він відрізняється від базової моделі здатністю працювати в ширшому діапазоні електричної провідності води (від 10 до 1000 мСм/м), підвищеною вантажопідйомністю катамарана, більшою потужністю двигунів буксирних судів (по 20 кВт кожен).

Тема 14. Засоби для сортування та обліку об'єктів аквакультури.

Сортування є необхідним та вкрай важливим технологічним процесом при вирощуванні більшості видів риб, а також ракоподібних. Для риб та ракоподібних, схильних до канібалізму, процес сортування має ключове значення, оскільки від його ефективності залежить кінцевий результат вирощування продукції аквакультури. Також сортування є важливою складовою при облові водойм, садків чи басейнів, оскільки в процесі сортування формують декілька груп продукції з однорідними показниками, виокремлюють особин, яких варто підростити для покращення економічної ефективності господарства. Оскільки сортування виявляється доволі трудомістким процесом, доцільність застосування механізованого та автоматизованого обладнання у більшості випадків є беззаперечною. Залежно від об'єкта аквакультури та технології його вирощування процес сортування може бути автоматизований завдяки різним типам устаткування та реалізовуватись на етапах перевантаження, вилову у процесі спуску басейнів/ставів чи концентрування об'єктів у зоні облову. Сучасні автоматизовані лінії з сортування дозволяють одночасно здійснювати і облік продукції, що суттєво полегшує процес відвантаження готової продукції чи пересадки молоді на наступний етап вирощування.

Найбільш зручним способом відокремлення риб із різними розмірними характеристиками є використання сортувальних сіток (решіток). Сітка може мати фіксовану або змінну відстань між гратами. Якщо відстань між смужками є фіксованою, у господарстві необхідно мати набір сіток для сортування відповідно до заданих характеристик. Конструкції із змінною відстанню між прутками є універсальними. Для забезпечення сортування різних груп, відстань між прутками змінюють, пересуваючи їх у рамі, або використовують принцип ножиць. Залежно від конструкції сортувального обладнання решітки можуть розміщуватись або горизонтально, або вертикально.

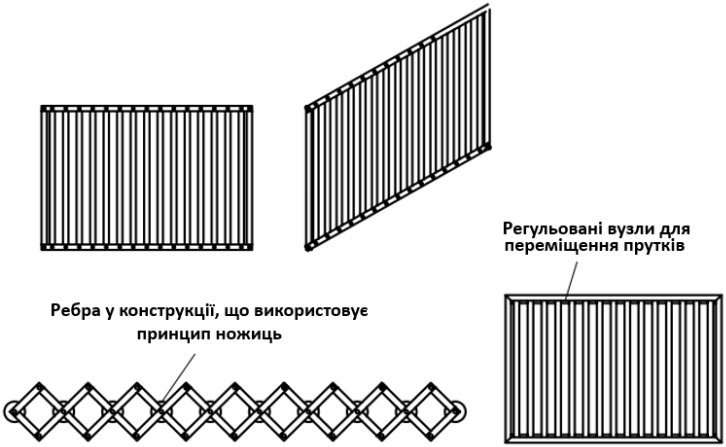


Рис. 1. Основні типи сортувальних решіток.

Сортування риб може відбуватися безпосередньо у ємності, в якій вони вирощуються. Одним з методів в таких умовах є метод так званого «добровільного сортування», який аналогічно методу «добровільного транспорту» передбачає стимулювання руху крізь сортувальну решітку у зону, де розташована автогодівниця, або ввімкнена система освітлення (Рис. 1). Такий метод є простим, не потребує зусиль з боку персоналу, але не забезпечує повноцінне сортування через те, що частина дрібніших особин може залишитися між крупними. Для реалізації процесу сортування необхідно витратити значно більше часу у порівнянні з іншими методами.

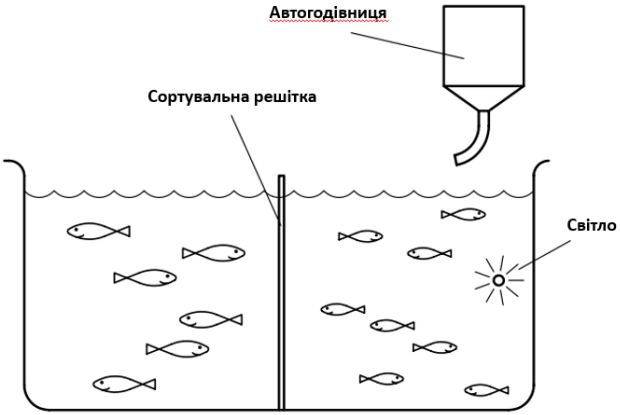
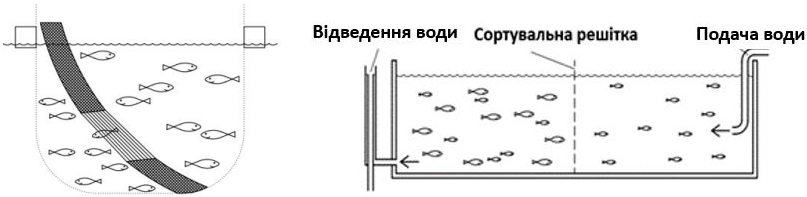


Рис. 2. Схема реалізації методу «добровільного сортування» у басейні.

Також для сортування риб безпосередньо у садках та басейнах використовують рухомі сортувальні сітки чи решітки. У такому випадку сортування відбувається примусово, адже риба змушена пропливати крізь комірки, щоб не бути затриманою у зоні концентрування. Найбільш зручно проводити у видовжених басейнах, де сортувальну решітку можна поступово пересувати, уникаючи пропливання риб повз решітку (Рис. 3б).



а б

Рис. 3. Схема сортування риб за допомогою рухомої сітки або сортувальної решітки: а – сортування у садках; б – сортування у басейнах.

Такий метод дозволяє відокремити на певному етапі вирощування частину риб, що досягли певних розмірів, та пересадити їх у іншу ємність з метою подальшого вирощування або реалізації як товарної продукції. При цьому дрібніші особини, що залишилися у басейні чи садку, продовжують зростати без необхідності пересадки. Такий прийом є ефективним при технологічній необхідності розсадки риб у процесі їх росту задля дотримання рекомендованих щільностей посадки. За потреби, при послідовному використанні сортувальних решіток із різними розмірами комірки можна виокремити 2-3 групи риб з метою відсадки їх у відокремлені басейни.

Для ефективного сортування риб у круглих басейнах з пласким дном використовують рухомі конструкції, що включають решітки із змінною відстанню між прутками (Рис. 4).

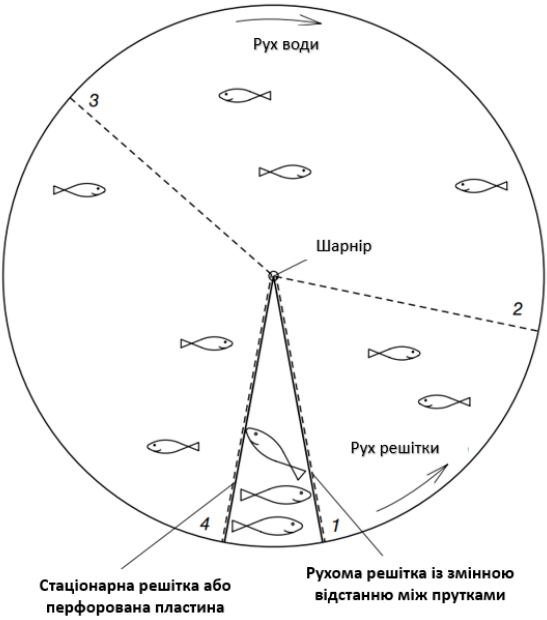


Рис. 4. Схема руху сортувальної решітки у круглому басейні.

При сортуванні риб поза ємностями для їх утримання використовують спеціалізовані машини, що дозволяють автоматизовано розділяти продукцію на групи за регульованими розмірними параметрами. Оскільки такий процес відбувається паралельно із внутрішнім транспортом, відсортована риба потрапляє у ємність або трубопровід, звідки спрямовується до місця призначення (живорибний транспорт, ємності для наступного етапу вирощування, цех переробки).

Більшість машин забезпечує сортування у так званому «сухому» режимі, де вода подається лише для того, щоб попередити пересихання поверхні риби. Риба, подана на сортування, скочується донизу або рухається на спеціальному транспортері. Розділення на фракції забезпечується шляхом поступової подачі риб на поверхні із різними розмірами прорізей (Рис. 5), або на сортувальні роликові поверхні.

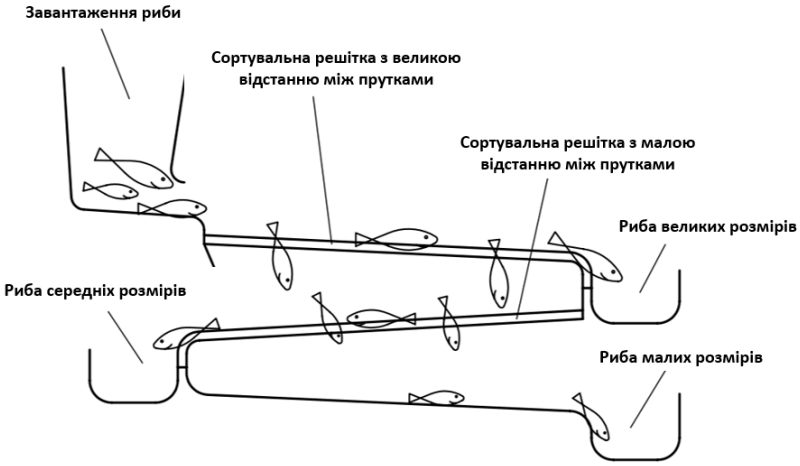


Рис. 5. Принцип сортування риб на похилих сітках із збільшенням відстані між прутками.

Відповідно до схеми, зображеної на рис. 5, рибу подають зверху на похило розташовані сортувальні сітки. Найкрупніші особини, які не проходять крізь таку сітку, скочуються у збірник найкрупніших особин. Дрібніші екземпляри, що впали донизу,

сортуються на решітці із дещо меншою відстанню між прутками. Якщо вони не проскочили крізь цю решітку – вони потрапляють до збірника риб середнього розміру, якщо ж проскочили – спрямовуються у збірник найдрібніших риб.

При використанні в сортувальних машинах обертових роликів процес значно прискорюється, сортуванні відбувається більш якісно (Рис. 6). Ролики, що обертаються в протилежну сторону, попереджають затискання та травмування риби.

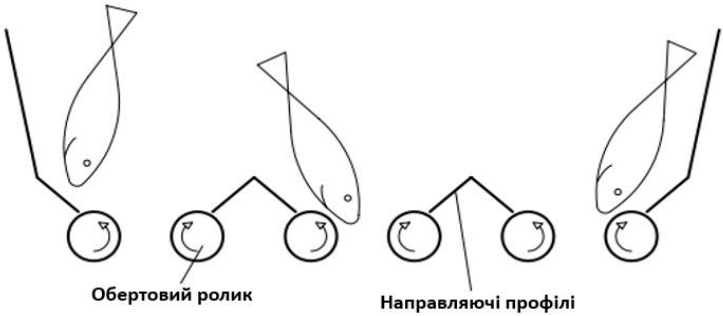


Рис. 6. Схема роликового сортувального пристрою.

Для відокремлення окремих розмірних груп у роликових сортувальних машинах передбачають утворення V-подібного каналу, де завдяки поступовому розширенню більш крупні особини проходять дальшу відстань перед потраплянням у збірник (Рис. 7). Аналогічні умови V-подібному каналу можуть бути створені при використанні ступінчатих роликів (від найбільшого діаметру на початку руху до найменшого діаметра наприкінці). Відповідно, відстань між ступінчастими роликами поступово збільшується.

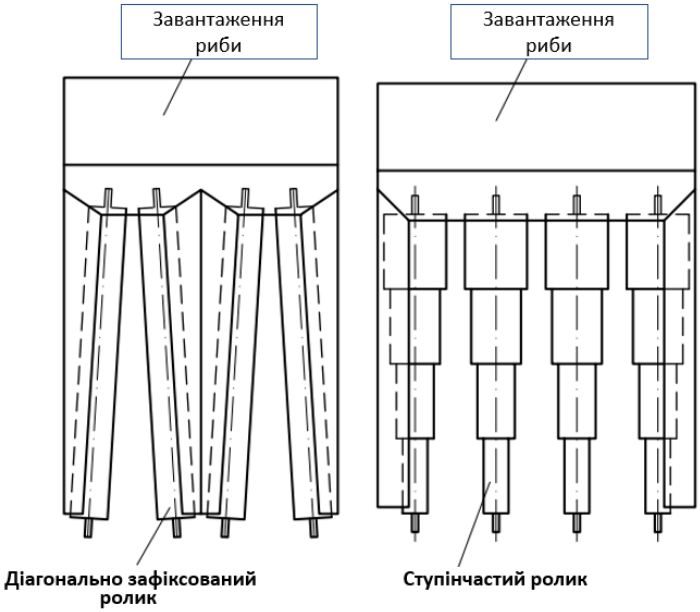


Рис. 7. Схеми роликових сортувальних машин з V-подібними каналами та ступінчастими роликами.

Збірні ємкості для різних категорій риб розташовуються на різних відстанях від початку руху (Рис. 8). Таким чином, у найближчому до місця вивантаження риби лотку опиняться найдрібніші екземпляри, а у найвіддаленішому – найкрупніші. Через особливості процесу точність сортування буде порівняно невисокою, адже між декількома крупними екземплярами може опинитись дрібніша особина, яку відкине у віддалений лоток. Проте, такий спосіб сортування є найбільш продуктивним і потребує значно менших витрат. Відповідно до нерівномірності розмірів особин та необхідної кількості відсортованих груп підбирають поперечний розмір лотків та їх розташування відносно роликів.

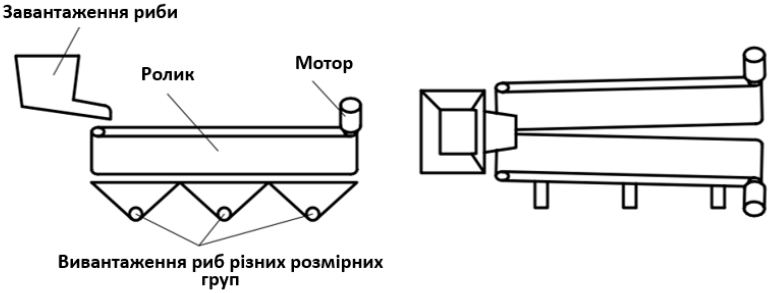


Рис. 8. Процес сортування риби на роликових сортувальних машинах з V-подібними каналами.

Відносно новою конструкцією для сортування риб є сортувальна машина, обладнана стрічковим транспортером та обертовим роликом, розташованим похило зверху (Рис. 9).

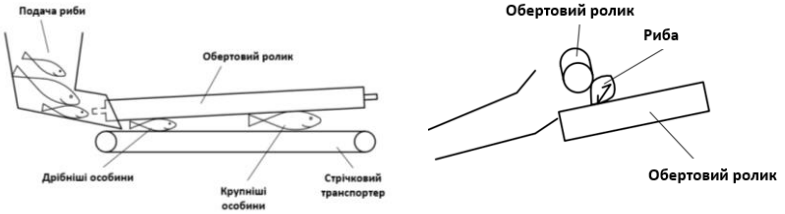


Рис. 9. Процес сортування риби на сортувальній машині з похило розташованим обертовим роликом.

Конструкцією передбачено, що більш дрібні особини на початку руху по транспортній стрічці потраплять у простір під обертовим роликом, а крупніші – при подальшому русі у момент, коли їх розміри дозволять пройти в уторений проміжок. Дана конструкція є найбільш ефективною при сортуванні риб із пласкою формою тіла (камбалові).

Тема 15. Внутрішній та зовнішній транспорт живої риби

Рух риби всередині господарства може бути забезпечений двома різними способами: з використанням зовнішньої енергії або за допомогою сигналів або подразників для стимулювання руху риб. Перший спосіб є повністю домінуючим, при цьому другий є переважно предметом дослідження. Транспортний процес з використанням енергії можна умовно розділити на три фази:

- концентрування риби всередині ємності для вирощування;
- вертикальне транспортування, тобто підняття на необхідну висоту;
- горизонтальне транспортування риби (самопливом) до необхідної точки.

У разі переміщення риби на нижчий рівень необхідність у вертикальному транспорті відпадає, - використовується виключно потенційна енергія. У разі переміщення між двома рівними рівнями скупчення риби можна використовувати для стимулювання їх руху у заданому напрямку. Практично в усіх випадках вертикального транспортування виникає потреба у концентруванні риб в обмеженому просторі, що пов'язано з економією води та електроенергії. Проте занадто велика щільність може призвести до стресових ситуацій у риб. Залежно від технології аквакультури використовують різні методи концентрування риби: зниження рівня води у вирощувальних ємкостях, зменшення доступного/вільного об'єму. Для басейнових господарств зниження рівня води досягається відкриттям зливних трубопроводів з одночасними припиненням подачі води у басейн. При цьому виникає потенційна загроза дефіциту кисню, тому такий спосіб концентрування риби потребує контролю рівня розчиненого кисню у воді та використання додаткових способів аерації. У порівняно невеликих садках для концентрування риб можна піднімати сітку, також використовують неводи, за допомогою яких можна забезпечити скупчення риби у великих резервуарах, садках чи басейнах. Форма сітки та конструкція обирається залежно від

форми ємкості, у якій утримується риба. Наприклад, у видовжених прямокутних басейнах для концентрування риби можна використати рухому рамку, що перекриває переріз басейна, а для басейнів круглої форми – спеціальну конструкцію рамок з шарнірами (рис. 1). В окремих випадках використовують комбіновані методи.

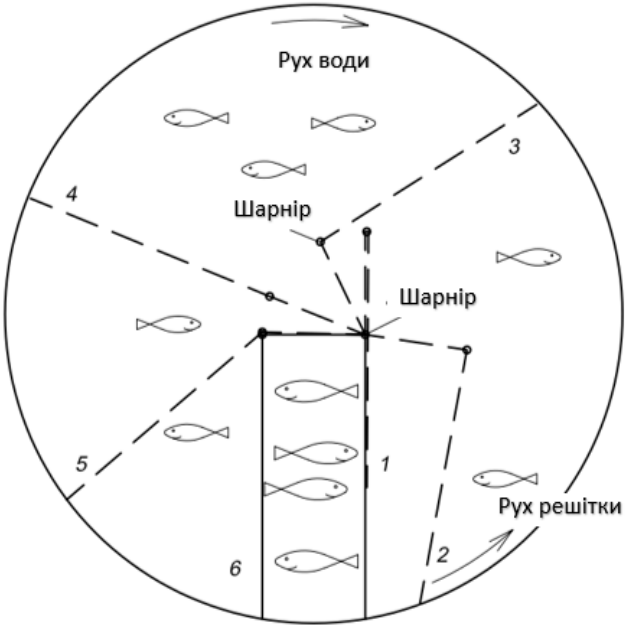
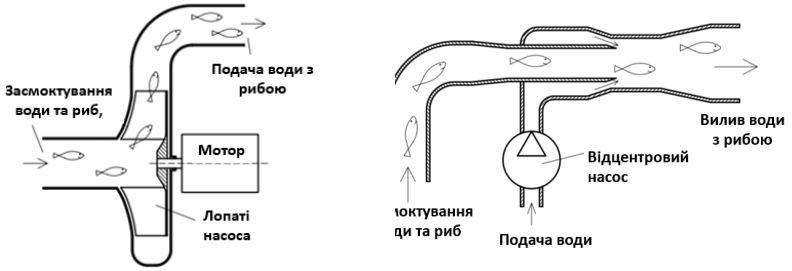


Рис. 1. Схема концентрування риби у басейні круглої форми за допомогою шарнірно з'єднаних сітчастих рамок.

Найпростішим варіантом забезпечення вертикального транспорту є використання механічного крану з сіткою або ковшем з водопроникного матеріалу. У такому разі риба вивантажується на транспортний засіб або спеціальну ємність. Залежно від призначення операції після підйому сітки включаються різноманітні технологічні процеси (сортування, облік, пересадка).

Вертикальний транспорт також може бути забезпечено за допомогою відцентрових, вакуумних, ежекторних або ерліфтних

насосів. При використанні відцентрового насосу для перекачування води із рибою продуктивність системи буде однією з найвищих, але через високий рівень травматизму такий спосіб не знайшов широкого застосування. Окрім того, він не може бути застосований для транспорту особин вагою більше 1 кг. Лопаті насоса мають бути відкритими, а канали у робочій камері порівняно великими (Рис. 2а). При цьому частота обертання значно нижча, ніж у звичайного відцентрового насоса. Водночас, при застосуванні відцентрового насоса у ежекторному вузлі для перекачування риби (Рис. 2б), рівень травматизму значно менший, оскільки у даній схемі небезпека контакту риб з робочим колесом, що обертається, повністю виключена. Така схема потребує дещо більших обсягів води на перекачування одиниці продукції та характеризується меншою висотою підйому, адже засмоктування води з рибою залежить від сили вакууму в ежекторному вузлі. Окрім того, ежектор потребує періодичного налаштування і перевірки через ризики підвищеного травматизму риб у разі експлуатації поза регламентним режимом.



а б

Рис. 2. Схеми транспорту риби з використанням відцентрових насосів: а) перекачування води з рибою безпосередньо насосом; б) з використанням ежектора.

Схема перекачування риби за допомогою вакуум-насосу (Рис. 3) також передбачає засмоктування води з рибою завдяки створенню вакуума, але характеризується періодичністю роботи. На першому етапі риба завдяки створенню вакуума потрапляє у

проміжну ємність, а вже на наступному етапі за рахунок створення надлишкового тиску у ємності вода разом з рибою витісняється у точку призначення. Дана схема характеризується мінімальними питомими потребами у воді, мінімальним рівнем травматизму, проте її продуктивність порівняно з іншими є невисокою. Окрім того, для її реалізації необхідно мати спеціальну ємність, де поперемінно створюється вакуум та надлишковий тиск.

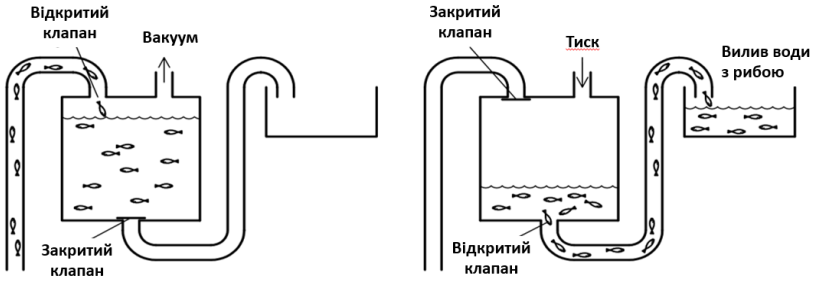


Рис. 3. Схема транспорту риби з використанням вакуум-насосу.

Перекачування риби за допомогою ерліфта (Рис. 4) також характеризується доволі низькою продуктивністю при мінімальному рівні травматизму риб. Ерліфт являє собою просту у використанні систему, яка дозволяє забезпечити вертикальний транспорт на незначну висоту (перекачати рибу у сусідню ємність або на транспортну стрічку чи лоток). Ерліфтні системи не можуть бути застосовані для перекачування крупних особин, вони є більш ефективними для транспорту молоді на ранніх етапах розвитку.

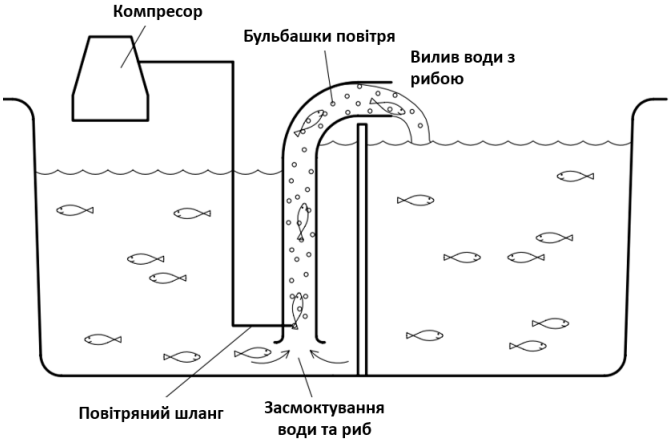


Рис. 4. Схема транспорту молоді риб за допомогою ерліфта.

Ерліфт також можна ефективно використовувати для поступового концентрування риб. Якщо розмістити його за перегородкою з отворами, що розділяє ємність на дві частини, то у процесі роботи він постійно перекачуватиме риб у одну із частин. При цьому вода повертатиметься крізь перегородку і рівень води у обох частинах басейна залишатиметься однаковим.

Перекачування риби з метою завантаження на живорибний транспорт або пересадки в іншу ємкість також може здійснюватися за допомогою шнекового насосу (Рис. 5). Шнекові транспортера дозволяють переміщувати доволі крупних особин, не використовують значних обсягів води. З метою запобігання пошкодження риби кут нахилу до горизонтальної площини встановлювати в межах 40°. Зазвичай довжина гвинта становить від 3 до 6 м, тоді як діаметр труби коливається від 30 до 45 см. Шнекові транспортери використовують при вивантаженні риби із зони концентрування водойм, відкритих басейнів, а також садкових ліній. Потри порівняно невисоку продуктивність таких систем, вони є поширеними через низький рівень травматизму риб.

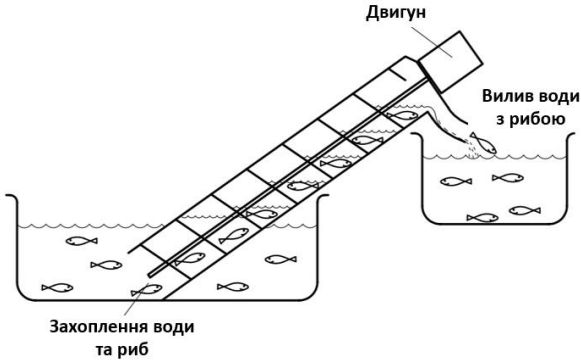


Рис. 5. Схема транспорту риби на шнековому підйомнику.

У порівняно крупних рециркуляційних аквакультурних системах внутрішній транспорт може відбуватися поетапно з використанням комбінованих схем. Доволі популярним є варіант транспортування риб з однотипних басейнів до збірної ємності, розташованої нижче за рівнем, шляхом відкриття спускного каналу. У подальшому риба або концентрується у збірній ємності та перевантажується вертикальним транспортом, або рухається по каналу до точки призначення (сортувального пристрою, приладів з обліку і т.п.).

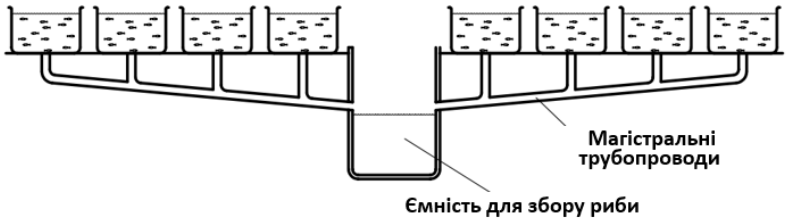


Рис. 6. Схема транспорту риби з однотипних басейнів у збірну ємність.

У разі, якщо рельєф дозволяє ефективно реалізувати різницю висот, відкриті басейнові господарства можуть ефективно використовувати схему, де на кожний наступний етап вирощування риба надходить з самопливним рухом води (Рис. 7).

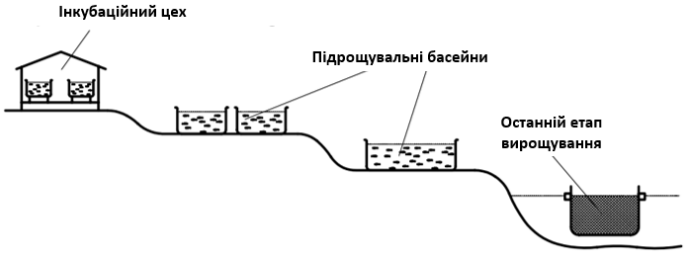


Рис. 7. Схема організації внутрішнього транспорту за рахунок рельєфу.

Організація транспортування живої риби до точки реалізації є невід'ємною складовою діяльності рибницького господарства, яке займається розведенням риб та вирощуванням зарибку, товарних повносистемних господарств, які реалізують рибу населенню. Основна частка перевезень живої риби припадає на спеціалізований автотранспорт, який оснащений системами підтримки температури води та аерації.

Необхідна у господарстві кількість рибовозів визначається за формулою:

$$N_{рибовоз} = T_{рейс}/T_{зм}, \text{ шт},$$

де $T_{зм}$ - тривалість робочого часу використання рибовозів, приють рівною 8 год;

$T_{рейс}$ - загальна тривалість рейсів рибовозів від точки завантаження до точки реалізації із урахуванням часу завантаження та розвантаження:

$$T_{рейс} = t_{рейс} \cdot n_{рейс}, \text{ год}$$

$n_{рейс}$ – необхідна кількість рейсів;

$t_{рейс}$ – тривалість одного рейсу:

$$t_{рейс} = t_{зав.} + t_{розв.} + 2\,L_{пробіг}/(V_{ср} \cdot \alpha), \text{ год}$$

$t_{зав.}$ - час завантаження рибовоза (визначається виходячи із потужності розвантажувальної схеми, - крану «Піонер», або іншого засобу);

$t_{розв.}$ - час розвантаження рибовоза, (умовно приймається рівним 30 хв для маломістких та 1 година для крупнотонажних),

$L_{пробіг}$ - відстань від місця завантаження до точки реалізації, км;

$V_{ср}$ - середня швидкість рибовоза, приймається згідно технічних характеристик рибовоза, 60-75 км/год;

α – коефіцієнт простоїв автомобіля, приймається рівним 0,9.

Необхідна кількість рейсів визначається за формулою:

$$n_{рейс} = W_{риб}/q_{рибовоз},$$

$W_{риб}$ - маса товарної риби, яка має бути вивезена з господарства протягом доби (згідно графіка реалізації риби), т;

$q_{рибовоз}$ – нормативне завантаження рибовоза живою рибою (згідно технічних характеристик рибовоза та за нормативним завантаженням ємностей).

Таблиця 1. Технічна характеристика рибовозів на шасі «ГАЗ»

Марка	Г6-ОТА-3,2	Г6-ОТА-1,3	Г6-ОТА-4,2
Базове шасі	ГАЗ-33104	ГАЗ-3302	ГАЗ-3309
Робоча місткість цистерни, л	3200±48	1300+60	4200+60
Кількість секцій, шт.	2	1	2
Матеріал цистерни	Нержавіюча харчова сталь		
Теплоізоляція	ФРП-1	ФРП-1	ФРП-1
Повна маса, кг	2600	2570	7850

Таблиця 2. Технічна характеристика рибовозів на шасі «КАМАЗ»

Марка	АЦМ-11	АЦМ-8,2
Базове шасі	КАМАЗ-55111, КАМАЗ-53229	КАМАЗ-53215
Робоча місткість цистерни, л	11000±110	8200±82
Кількість секцій, шт.	3	2
Матеріал цистерни	Нержавіюча харчова сталь	
Теплоизоляция	ФРП-1	ФРП-1
Повна маса, кг	21550/ 2200	19650

Рекомендована література

1. Odd-Ivar Lekang. Aquaculture Engineering, Third Edition : Published by John Wiley & Sons Ltd., 2020. 525 p.

2. Bregnballe J. A. Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems : FAO and EUROFISH, 2015. 97 p.

3. Шерман І.М., Рилов В.Г. Технологія виробництва продукції рибництва : підручник. Київ : «Вища освіта», 2005. 351 с.

4. Сучасна аквакультура: від теорії до практики : практичний посібник / Шарило Ю.Є. та ін. К.: «Простобук», 2016. 119 с.

5. Timmons M.B, Ebeling J.M., Wheaton F.W, Summerfelt S.T, Vinci B.J. Recirculating Aquaculture Systems. Ithaca, NY : Cayuga Aqua Ventures, 2001. 650 p.

6. Маменко О.М., Портянник С.В., Щербак О.В.. Інноваційні технології в рибництві. Харків : РВВ Харківської державної зооветеринарної академії, 2017. 320 с.

7. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. John S. Lucas, Paul C. Southgate, Craig S. Tucker (Editors). 2019. Wiley-Blackwell. ISBN 978-1119230861.

9. Андрющенко А.І., Вовк Н.І. Аквакультура штучних водойм. Частина ІІ. Індустріальна аквакультура : підручник. Київ, 2014. 586 с.