

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-157М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Індустріальне рибництво»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Водні біоресурси та аквакультура»
спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості
НІІ агроєкології та землеустрою
Протокол № 4 від 22.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Індустріальне рибництво» здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водні біоресурси та аквакультура» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Кононцев С. В. – Рівне : НУВГП, 2022. – 50 с.

Укладач: Кононцев С. В. – доктор технічних наук, професор кафедри водних біоресурсів.

Відповідальний за випуск: Полтавченко Т. В., кандидат ветеринарних наук, доцентка, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення
освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня
«Водні біоресурси та аквакультура»

Петрук А. М.

© С. В. Кононцев, 2024

© Національний університет водного
господарства та природокористування, 2024

Зміст

Передмова	4
Загальні вимоги до оформлення самостійної розрахункової роботи з дисципліни «Індустріальне рибництво»	4
1. Конструкції та типи рибницьких садків.	6
2. Конструкції та види басейнів індустріальної аквакультури	8
3. Розрахунок необхідних об'ємів для вирощування та підбір басейнів УЗВ	12
4. Розрахунок водообміну у басейнах	15
5. Інтенсивні технології вирощування кларієвого сома	18
6. Інтенсивні технології вирощування тиліпій	20
7. Інтенсивні технології вирощування форелі	22
8. Технології вирощування креветок інтенсивними методами	24
9. Технології вирощування австралійського рака інтенсивними методами	26
10. Трубопроводи та арматура басейнових господарств	27
11. Схеми водозабезпечення індустріальних рибницьких господарств.	30
12. Аерація води в індустріальних господарствах.	32
13. Насосне та повітродувне обладнання.	34
14. Системи терморегуляції індустріальних рибницьких господарств	37
15. Споруди механічного очищення оборотної води	40
16. Споруди біологічного очищення оборотної води	42
17. Автоматизована годівля в індустріальному рибництві	45
18. Внутрішній та зовнішній транспорт риби.	47
Рекомендована література	50

Передмова

Зростання обсягів вирощування риби традиційними методами, що засновані на переважно екстенсивних методах використання природних ресурсів, має певні обмеження. Лімітуючими чинниками є, насамперед, земля, вода та навколишнє середовище. У зв'язку із цим актуальним є розширення індустріальних господарств, забезпечених інтенсивними технологіями вирощування. Найбільш перспективними виглядають замкнуті циркуляційні системи, що характеризуються принципово іншою формою зв'язку виробництва із оточуючим середовищем.

Загальні вимоги до оформлення самостійної розрахункової роботи з дисципліни «Індустріальне рибництво»

Розрахункова робота виконується студентом за індивідуальним завданням. Структура роботи передбачає розробку схеми водозабезпечення індустріального рибницького господарства, що працює як РАС, та розрахунок її основних компонентів (ємностей для вирощування риб на різних етапах, основного обладнання для аерації, терморегуляції, відновлення якості оборотної води та годівлі риб).

Пояснювальна записка має роботи відповідати змісту та містити основні технологічні розрахунки, на основі яких здійснюється обґрунтований вибір (проектування) комплексу УЗВ. Пояснювальна записка може бути надрукована або написана від руки, її обсяг має забезпечити ґрунтовне розкриття кожного розділу. При оформленні розрахунків необхідно спочатку написати формулу, за якою здійснюється розрахунок, та пояснення до неї. Потім приводиться розрахунок за даною формулою, зазначають отриманий результат, після чого приймають технологічне рішення.

Загальна характеристика культивування об'єкта вирощування має містити дані про вимоги до фізико-хімічних показників води, умов вирощування у басейнах або лотках та ін. Необхідно навести коротку характеристику технології

розведення та вирощування індустріальними методами (підготовка та відбір плідників, нерестова кампанія, гормональна обробка плідників, інкубація ікри, підрощування молоді та личинки, вирощування до товарної ваги). Увесь виробничий цикл розбивається на окремі технологічні процеси, що характеризуються переходом об'єкта на наступну стадію (зростання до певних розмірів чи ваги), для яких передбачається апаратне оформлення, перелік виробничих операцій (вилов, контроль, годівля і т.п.) та визначений період часу (тривалість процесу). Таким чином, у розрахунковій роботі необхідно описати усі складові технологічного процесу вирощування риби до товарної ваги індустріальними методами та здійснити розрахунки відповідно до технологічної схеми вирощування певного виду риб.

У випадку басейнового господарства згідно технологічної схеми проектують групи ємностей (нерестові басейни, інкубапрати, лотки та басейни), призначених для забезпечення кожного окремого етапу технології. Схема водозабезпечення господарства має включати блок із забору та попередньої обробки підживлювальної води, блок із обробки циркуляційної води, основні виробничі ємності на даній схемі позначаються умовно (у вигляді прямокутника із умовним позначенням певною цифрою). Експлікація до схеми водозабезпечення має містити кількість, тип та основні технічні показники обладнання та споруд.

Для садкового господарства проектують ємності для підготовки плідників, розведення, інкубації ікри та підрощування молоді, а також садки для забезпечення вирощування до товарної ваги, утримання плідників та ін. Переведення молоді із лотків (басейнів) у садки має проектуватись у визначений технологією час або після вирощування молоді до певної ваги. У будь-якому випадку необхідно керуватись рекомендаціями з культивування даного виду риб індустріальними методами.

Практична робота № 1. Конструкції та типи рибницьких садків.

Мета: отримати навички з проектування садкових ліній для вирощування об'єктів аквакультури.

Теоретична частина.

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. Водообмін відбувається завдяки наявній течії, хвилям на поверхні та руху руб у садку. 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 садки поділяють на плаваючі та занурені (або підводні). Відповідно, за типом сітки, з якої складається садок – відкрита сітка або закритий сітчастий/гратчастий об'єм. Окрім того, що садок має забезпечити належні умови для вирощування об'єктів аквакультури, його конструкція має також забезпечувати стійкість до природних чинників, пов'язаних з розташуванням на відкритому просторі (пориви вітру, хвилі, течії, сонячне світло і т.п.). Тому сучасні садки являють собою доволі складну конструкцію, які відповідає вимогам сучасних технологій аквакультури відкритих водойм.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з основними типами та конструкціями садків. Вивчають конструктивні відмінності залежно від розташування садків (теплові об'єкти, водосховища, акваторії морів, відкритий океан).

2. Вивчають призначення основних конструктивних елементів садків: елементи для забезпечення плавучості, засоби для закріплення садків, засоби для захисту від рибоїдних птахів.

3. Здійснюють розрахунок площі садкового господарства та підбір садків з наступним визначенням необхідної їх кількості.

Розрахунок плавучих відкритих садків здійснюється виходячи з нормативної щільності посадки об'єктів аквакультури на одиницю площі садка. Залежно від вимог об'єктів аквакультури здійснюють підбір оптимального типу садків та визначають їх необхідну кількість виходячи з визначеної площі для вирощування.

Підбір занурених садків для вирощування об'єктів марикультури здійснюється аналогічним чином, але виходячи з нормативної щільності посадки на одиницю об'єму даної споруди.

4. Здійснюють порівняння різних типів садків, призначених для розміщення у різних умовах та формулюють висновки щодо основних відмінностей у конструкціях таких садків.

Практична робота № 2.

Конструкції та види басейнів індустріальної аквакультури.

Мета: ознайомитись із матеріалами та конструкціями сучасних басейнів аквакультури, навчитись здійснювати обґрунтований вибір басейнів відповідно до особливостей вирощування об'єктів аквакультури у рециркуляційних аквакультурних системах (РАС).

Теоретична частина.

Аквакультура у системах із замкнутим водозабезпеченням передбачає використання спеціальних ємностей для вирощування (басейнів, лотків і т. п.), що функціонують у проточному режимі. Залежно від об'єкту аквакультури, проектної потужності господарства та інших умов використовують басейни різних типів та розмірів. Лотки та басейни мають відповідати вимогам риб та забезпечувати найкращі умови для вирощування на певних етапах розвитку.

Економічно доцільним є проектування універсальних ємностей для забезпечення декількох окремих технологічних етапів вирощування риби, - таке проектне рішення дозволяє зменшувати загальну площу господарства та знижувати собівартість продукції. При виборі доцільно користуватись методичними рекомендаціями щодо розведення та вирощування промислово цінних видів риб. Основні внутрішні розміри рибницьких ємностей позначено наступними літерами (у дужках - зовнішні): довжина – A (D); ширина – B (E); висота – C (F). Розміри окремих типових басейнів для вирощування риби наведено нижче.

Для культивування більшості видів риб підходять квадратні басейни із круговою течією, розміри яких наведено нижче. Для забезпечення процесів вирощування риби на різних етапах розвитку використовують також ємності, інших конструкцій та типових розмірів.

Таблиця 1.

Лотки для вирощування молоді риб

Об'єм, л	Розміри, мм						Діаметр стоку, мм
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	
300	2000	600	300	2100	700	310	50
375	2500	600	300	2600	700	310	50
600	3000	600	400	3100	700	410	70
735	3500	600	400	3600	700	410	70

Підрошування молоді осетрових може проводитись у прямокутних басейнах із скошеним дном об'ємом 1500 л, із внутрішніми розмірами 2400x1200x600-700.

Таблиця 2.

Квадратні басейни із приямком для збору мулу

Об'єм, л	Розміри, мм						Діаметр стоку, мм
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
285	1000	1000	400	1100	1100	600	100
475	1000	1000	600	1100	1100	800	100
665	1000	1000	800	1100	1100	1000	100
500	1140	1140	500	1280	1280	700	100
750	1140	1140	700	1280	1280	900	100
510	1300	1300	400	1400	1400	600	100
800	1300	1300	600	1400	1400	800	100
1100	1300	1300	800	1400	1400	1000	100
1300	1500	1500	700	1640	1640	930	100
2300	2050	2050	700	2150	2150	900	100
2700	2000	2000	800	2100	2100	1000	100
2300	2200	2200	600	2300	2300	800	100
2750	2200	2200	700	2300	2300	900	100
3200	2200	2200	800	2300	2300	1000	100
7500	3000	3000	900	3200	3200	1150	100

Вирощування до товарної ваги може також проводитись у більших прямокутних басейнах:

Таблиця 3.

Прямокутні пластикові басейни

Об'єм, л	Розміри, мм						Діаметр стоку, мм
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	
3200	4000	1000	900	4150	1150	1000	100
2000	5000	1000	500	5150	1150	600	100
1920	5500	1000	450	6650	1150	550	100
1800	6000	1000	400	6200	1150	500	100
4200	6000	1000	800	6200	1150	900	150
4500	6000	1000	600	6200	1700	700	150
6300	6000	1500	800	6200	1700	900	150
11400	6000	2000	1050	6200	2200	1150	150
16800	20000	1200	800	20200	1400	860	150
14000	10000	2000	800	10200	2200	860	150
22400	16000	2000	800	16200	2200	860	150
28000	20000	2000	800	20200	2200	860	150
42000	30000	2000	800	3200	2200	860	150

Порівняно із прямокутними та квадратними басейнами, у круглих ємностях краще підтримувати течію, у них виключене утворення мертвих зон. Таки басейни також доцільно проектувати для вирощування молоді більшості промислово цінних видів риб.

Таблиця 4.

Круглі пластикові басейни із прямком

Об'єм, л	Розміри, мм				Діаметр стоку, мм
	Зовнішні		Внутрішні		
	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>F</i>	
450	880	840	950	1280	100
550	1000	800	1100	1000	100
930	1300	800	1400	1000	100
1200	1300	1000	1400	1200	100
1600	2000	600	2200	850	100
2200	2000	800	2200	1050	100
2800	2000	1000	2200	1200	100

Хід роботи.

Ознайомлюються з конструктивними особливостями рибницьких басейнів та садків, вивчають найбільш поширені матеріали для їх виготовлення, досліджують умови експлуатації. Для порівняльної характеристики обирають два типи басейнів – з поліпропілену та бетону. Проводять порівняльну характеристику двох груп басейнів за визначеними параметрами у формі представленої нижче таблиці. Для заповнення таблиці використовують п'ятибальну шкалу (від 1(найгірше) до 5 (найкраще)) або короткі тези («легко», «проблемно», «неможливо», «висока», «низька» та ін.)

Порівняльна характеристика басейнів з різних матеріалів

Показник	Бетонні басейни	Склопластикові басейни	Поліпропіленові басейни
Матеріалоемкість			
Довговічність			
Особливості встановлення			
Простота монтажу/демонтажу			
Сейсмостійкість			
Теплопровідні властивості			
Лінійні розміри та форми			
Гладкість стінок			
Під'єднання комунікації			
Специфічні особливості			

На основі порівняльної характеристики роблять висновки про особливості експлуатації та доцільність влаштування в різних умовах.

Практична робота № 3.

Розрахунок необхідних об'ємів для вирощування та підбір басейнів УЗВ.

Мета: отримати навички з розрахунку та проектування басейнових господарств для вирощування об'єктів аквакультури.

Теоретична частина.

Підбір басейнів та розрахунок об'ємів ємкостей для вирощування об'єктів аквакультури є основою проектування РАС. Окрім відмінностей у вимогах до фізико-хімічних показників води, різні види риб або нерибних об'єктів можуть мати потребу у особливостях гідравлічного режиму. Окрім того, ці вимоги можуть суттєво відрізнятись на різних етапах розвитку кожного виду. Тому у більшості випадків повносистемні РАС являють собою господарства з декількома групами басейнів, кожна з яких призначена для вирощування на певному технологічному етапі та забезпечує оптимальні умови саме для цього етапу.

Розрахунок басейнів здійснюється виходячи з розрахункової кількості особин (живої маси) об'єктів аквакультури та нормативної щільності посадки саме на даному етапі. Враховуючи те, що на окремих виробничих етапах жива маса може зрости у два і більше разів, визначення необхідного об'єму здійснюють виходячи з маси риб наприкінці даного етапу, а не за масою посадки на цей етап. Водночас, якщо нормативна щільність посадки приводиться в екземплярах на одиницю об'єму води, для розрахунку береться саме кількість екземплярів для посадки на даний етап. У процесі вирощування частина особин гине або відбраковується і ці процеси компенсують зростання біомаси та фактичне підвищення щільності посадки у даному басейні. Також окремі технології вирощування передбачають періодичне сортування з наступною розсадкою у різні ємкості, що знижує рівень канібалізму при вирощуванні, дозволяє забезпечити раціональне використання кормів та рівномірний вихід продукції наприкінці вирощування. При виборі доцільно користуватись методичними рекомендаціями щодо розведення та вирощування промислово цінних видів риб.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з нормативними показниками щільностей посадок для різних об'єктів аквакультури на різних етапах вирощування.

2. Вивчають рекомендації щодо правильного підбору басейнів в аспекті їх гідравлічного режиму та забезпечення найкращих умов для видалення з них нерозчинених забруднень.

3. Здійснюють розрахунок необхідного об'єму води для вирощування одного з об'єктів аквакультури на окремому технологічному етапі за заданими щільністю посадки в екз./л, кг/м³.

Розрахунок необхідного об'єму та кількості ємностей для вирощування риб на різних етапах розвитку здійснюється за нормативною щільністю посадки риб на одиницю площі або об'єму. Таким чином, необхідний загальний об'єм становитиме:

$$V_{заг} = n / k$$

де $V_{заг}$ - загальний об'єм басейнів, м³;

n - чисельність риб на певному технологічному етапі, екз. або кг;

k - нормативна щільність посадки риб у басейн, екз./м³ або кг/м³.

4. Визначають необхідну кількість басейнів на кожному окремому технологічному етапі вирощування. Необхідна кількість басейнів залежить від типу та об'єму запроєктованих до використання у господарстві басейнів:

$$N_{бас} = \frac{V_{заг}}{V}$$

де $N_{бас}$ - к-сть басейнів для вирощування на окремому етапі, шт;
 V - об'єм басейну, призначеного для культивування певної вікової групи риб, м³.

Необхідна кількість інкубапаратів визначається виходячи із проектного завантаження ікрою даного виду риб одного інкубапарату.

$$N_{\text{інкуб}} = \frac{n_{\text{ікри}}}{\omega}$$

де $N_{\text{інкуб}}$ – кількість інкубаційних апаратів, шт.;

$n_{\text{ікри}}$ – кількість ікри, що завантажується на інкубацію, шт;

ω – норма завантаження ікри у інкубаційний апарат, шт.

Отримане число заокруглюють до цілих у більшу сторону, заокруглення у меншу сторону можливе лише у разі, якщо нормативна щільність посадки не перевищується або здійснюються такі технологічні рішення, як підвищення кратності водообміну у даній групі ємкостей. Проводять аналіз ефективності прийняття проектних рішень стосовно типу та конструкції обраних басейнів, розрахунковій кількості басейнів та прийнятій кількості на основі здійсненого розрахунку. На основі аналізу роблять висновки про доцільність вибору тих чи інших видів басейнів, порівнюють альтернативні варіанти та приймають найкращий з точки зору ефективності використання площі та економічної доцільності.

Практична робота № 4.

Розрахунок водообміну у басейнах.

Мета: отримати навички з розрахунку водообміну у рибницьких басейнах.

Теоретична частина.

Проточний режим кожного рибницького басейна в РАС забезпечує підтримку фізико-хімічних параметрів води у належному стані. Відведена з басейнів вода містить метаболіти риб як у розчиненому, так і в нерозчиненому стані, залишки корму, слиз, тоді як вода, що надходить у басейн, містить розчинений кисень, у разі потреби має підвищену температуру для забезпечення заданого температурного режиму.

Відповідно, інтенсивність забруднення водного середовища кожного окремого басейну будуть визначати необхідний рівень водообміну у ньому. Оскільки кожна свіжа порція води, що надходить у басейн з рибами дуже швидко перемішується з усім об'ємом, необхідно враховувати таке розбавлення. Більшість басейнів за своїм гідравлічним режимом схожі на ідеальні змішувачі. Основними критеріями щодо визначення необхідної кратності водообміну можуть бути концентрація токсичних сполук (амонійного Нітрогену) чи нерозчинених органічних домішок, вміст кисню або температура води. Той чинник, який у процесі функціонування рибницького басейна першим потребуватиме корекції чи зміни фактично і буде виступати як критичний для даної ємкості, він і буде визначальним для розрахунку водообміну. Наприклад, кларієвий сом не відчуває дискомфорту при вирощуванні у каламутній воді, також він не потребуватиме розчиненого у воді кисню, оскільки дихає атмосферним повітрям. Водночас, при накопиченні амонійного Нітрогену у басейні з кларієвим сомом зростатиме ризик його отруєння, надлишок завжди уповільнюватиме темпи росту сомів. Тому кратність водообміну у даному випадку визначатимуть виходячи з динаміки накопичення сполук Нітрогену.

У практиці РАС проектування господарств здійснюють на основі регламентованих нормативів для кожного об'єкта аквакультури, зокрема потреба у водоспоживанні розраховується

за нормативною кратністю водообміну (кількість об'ємів басейну, що зміниться за одиницю часу) або повним часом водообміну (оберненою величиною). Такі величини приймають з урахуванням потреб об'єктів аквакультури на різних етапах розвитку, встановлених щільностей посадки, ефективності відведення метаболітів та інших чинників. Проте, вони не можуть розглядатися як суворі нормативи, оскільки вплив на формування якості води у басейні здійснюється багатьма чинниками. Тому залежно від особливостей кожного окремого господарства гідравлічний режим у басейнах для одного і того ж об'єкту аквакультури може суттєво відрізнятись.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з конструкціями та формами рибницьких басейнів. Досліджують елементи басейнів, які призначені для забезпечення водообміну у них, особливості їх взаємного розташування.

2. Досліджують відмінності у гідравлічному режимі басейнів різних форм та визначають форми, більш наближені за режимом до «ідеального змішувача» та «ідеального витиснювача».

3. На основі заданої регламентної кратності водообміну визначають витрату води у круглomu басейні об'ємом 2 м³.

3. Розраховують реальний обсяг заміни води, у тому ж басейні, за умови, що він працює як «ідеальний змішувач».

Таблиця. 1.

Дані для розрахунку водоспоживання рибницькими басейнами

Форма	Розміри басейна, м	Нормативний час водообміну, хв	Розрахункова витрата, м ³ /год
Кругла			
Квадратна			
Прямокутна			

Приклад. У басейн об'ємом 100 л протягом 5 хвилин подається 50 л свіжої води (витрата дорівнює 10 л/хв). Такий

самий об'єм протягом цього часу витікає з басейну як забруднена вода. Який об'єм старої води змінюється у басейні протягом 5 хв та 10 хв, якщо його гідравлічний режим роботи наближений до «ідеального змішувача».

Враховуючи вихідні дані кратність водообміну у даному басейні становить

$$k = 600 \text{ л/год} / 100 \text{ л} = 6 \text{ год}^{-1}.$$

Відповідно, протягом години об'єм води у басейні має змінитись 6 разів, а час повного водообміну – 10 хв.

Реальний об'єм води, який буде змінено у басейні визначаємо за формулою:

$$F = \left(1 - e^{-\frac{T}{t}}\right) \cdot 100$$

де t – час, необхідний для заповнення басейну водою при заданій витраті; відповідно до заданого об'єму, час заповнення басейну становитиме 10 хв;

T – тривалість додавання свіжої води, хв.

Тоді для першого варіанта:

$$F = \left(1 - e^{-\frac{5}{10}}\right) \cdot 100 = (1 - 0,605) \cdot 100 = 39,5 \%$$

Для другого варіанта:

$$F = \left(1 - e^{-\frac{10}{10}}\right) \cdot 100 = 63,2 \%$$

Як видно із результатів, у реальності при заданій витраті оновиться не весь об'єм води у басейні, а лише 63,2% від його об'єму. Це означає, що для забезпечення виведення основної частки утворених у басейні метаболітів витрату води доведеться суттєво збільшувати, враховуючи наслідки процесів розбавлення. Також наслідком процесів розбавлення буде і той факт, що у воді яка відводиться, концентрація забруднень буде пропорційно нижчою за розрахункову.

Завдання. На основі отриманих результатів зробити висновки про вплив інтенсивності водообміну у басейнах на роботу інших блоків РАС та концентрації забруднень у оборотній воді. Які конструктивні елементи басейнів

відповідають за забезпечення належного водообміну? Чи можна змінити час повного водообміну у басейні, якщо в ньому щільність посадки знизили на 50% порівняно з максимально допустимою для даного об'єкта аквакультури?

Практична робота № 5. Інтенсивні технології вирощування кларієвого сома.

Мета: отримати навички розрахунку господарства для вирощування кларієвого сома (*Clarias angolensis*) за технологіями РАС.

Теоретична частина.

Кларієвий сом відноситься до невибагливих об'єктів тепловодної аквакультури, який завдяки швидким темпам росту, стійкості до стресових чинників та простоті розведення став одним із лідерів за обсягами вирощування в аквакультурі. Має біле смачне ніжне м'ясо, відсутність луски і дрібних кісток. Легкий у переробці та в приготуванні.

У країнах Європейського Союзу кларієвий сом вирощується в РАС, хоча на останніх етапах вирощування можна також комбінувати з садковим вирощуванням на теплих водах. Для кліматичних умов України РАС є найбільш раціональною технологією вирощування кларієвого сома, яка дозволяє отримувати продукцію рівномірно протягом усього року та завдяки високим щільностям посадки забезпечує найвищий показник виробничої потужності на одиницю задіяних виробничих площ.

Оскільки розведення кларієвого сому нескладне, як і вирощування молоді, у більшість сомових РАС працюють як повносистемні господарства. Для розведення кларієвого сома необхідно сформувати маточне поголів'я, із риб, що мають найбільший темп росту. У самок статева зрілість настає після 6 - 7 місяців. Кращі результати розмноження - у самок у віці 1,5-2 роки. Добре розвинені й повноцінні гонади формуються у самців після 1,5-2 років.

Хід роботи.

1. Ознайомитись з досвідом країн Європи по вирощуванню кларієвого сома в РАС, визначити основні відмінності вирощування від технологій вирощування каналного сома.
2. На основі результатів досліджень темпів росту сомів при різних температурних режимах обґрунтувати раціональні температурні межі вирощування та тривалість.
3. Провести аналіз основних складових собівартості кларієвого сома при вирощування в РАС, виділити критичні виробничі чинники. Дослідити особливості розведення кларієвого сома в РАС.
4. На основі технологічної схеми вирощування здійснити розрахунок басейнів та водообміну в РАС для вирощування кларієвого сома за заданими показниками виробничої потужності.

Технологічна схема вирощування кларієвого сома в РАС

Етап вирощування	Посадка		Вилів маса, г	Тривалість	Відхід, %	Водообмін
	екз/л	маса, г				
Інкубація + витримування				4 дні	20	за норми
1	50-150	-	0,3- 0,5	3 тижня	10%	30 хв
2	20	0,5	4	2-3 тижня	5%	30 хв
3	10	4	20	3 тижня	1%	1 год
4	2,5-1,5	20	150 (200)	8 тижнів		1 год
5	150-450 кг/м	150	600 (800)	8 тижнів		1 год

Практична робота № 6. Інтенсивні технології вирощування тилапій

Мета: отримати навички розрахунку господарства для вирощування тилапій за технологіями РАС.

Теоретична частина.

Одними із найбільш перспективних для культивування в РАС серед представників родини Цихлових є тилапії. Сьогодні тилапію культивують досить широко: у штучних водоймах практично усіх країн Африки, Південно-Східної та Центральної Азії, Латинської Америки та США. Поряд із товстолобиком, тилапію вирощують також у геотермальних водах та у садкових господарствах на базі водойм охолоджувачів. За окремими даними тилапія виходить на друге місце після коропа як об'єкт прісноводного риборозведення. Світовими лідерами з вирощування тилапій є Малазія, Бразилія та Китай. Переважна частина продукції вирощується у відкритих водоймах у садкових господарствах. Досить поширеною також є технологія басейнового вирощування на відкритому просторі та у замкнених установках. Серед більш ніж 70-ти відомих видів у світовому риборозведенні культивують порівняно обмежену кількість представників трьох основних родів, які відрізняються поведінкою при розмноженні:

- родина *Tilapia* — ікра і личинки розвиваються на субстраті. Найбільш відомі із промислових видів: зіллі, марія і гвінейська тилапія
- родина *Sarotherodon* — потомство виношують в роті самці (тилапія макроцефала);
- родина *Oreochromis* — інкубація ікри і виношування потомства відбуваються в роті у самок (тилапії мозамбика, харнурум, роху, ауреа).

Найбільш технологічна для відтворення і вирощування мозамбикская тилапія (*T. mossambica*), завдяки високому темпу росту і хорошим смаковим якостям. Саме на цей вид припадає близько 80% усього світового обсягу вирощених тилапій. Вона невибаглива, може рости і розвиватися у воді з високим вмістом біогенних речовин і у воді солоністю до 35‰. Дозріває у віці 5 місяців, при

довжині 6-10 см. Для її розведення не потрібно застосовувати метод гормонального стимулювання.

Хід роботи.

1. Ознайомитись з досвідом країн Африки, Південно-Східної Азії та Європи по вирощуванню теляпій, визначити основні відмінності вирощування у відкритих водоймах, садках та проточних басейнових господарствах.
2. Провести аналіз основних складових собівартості теляпії при вирощуванні в РАС, виділити критичні виробничі чинники. Дослідити особливості розведення теляпій різних родів в РАС.
4. На основі технологічної схеми вирощування здійснити розрахунок басейнів та водообміну в РАС для вирощування мозамбікської теляпії за заданими показниками виробничої потужності.

Рибоводно-біологічні нормативи вирощування теляпії мозамбікської в РАС.

Маса, г	Щільність посадки, кг/м ³	Вихід, %	Період вирощування, днів	Водообмін, год
0,1-2	25 тис. шт./м ³	80-85	15	0,25
2-10	4-5 тис. шт./м ³	85	20	0,5
10-60	20	95	20	1
60-100	60	96	20	1
100-140	90-100	97	20	1
140-180	120	97	20	1
180-220	150	97	20	1
220-250	150	93	30	1

Практична робота № 7.

Інтенсивні технології вирощування форелі.

Мета: отримати навички розрахунку господарства для вирощування форелі камлоопс (*Oncorhynchus mykiss kamloops Jordan*) за технологіями РАС.

Теоретична частина.

Лососеві мають вагоме значення у світовому рибистві, а обсяги вирощування в аквакультурі лососів та форелі постійно зростають. Вирощування цих об'єктів аквакультури у басейнах та садках вимагає наявності достатньо потужного джерела якісної води. Основну масову частку сучасного форелевництва складають струмкова та райдужна форель, форель Доналдсона а також форель камлоопс. Високі темп росту та швидкість дозрівання, характерні для форелі камлоопс, роблять її найбільш привабливим об'єктом для індустріального рибиства. При застосуванні басейнової схеми використовують як круглі, так і видовжені прямокутні басейни глибиною до 1,5 м. При вирощуванні в РАС максимальна щільність посадки досягає 100 кг/м³, при цьому витрати корму зводяться до мінімуму. Також перевагою індустріальних методів є значна економія земельних площ на вирощування рибицької продукції.

Для України форель є одним з традиційних об'єктів аквакультури, проте рибоводно-біологічні характеристики поширених у нашій країні видів суттєво обмежують конкурентоздатність більшості форелевих акваферм. Сучасні досягнення у селекції, зокрема й на генетичному рівні, дозволяють прискорити темпи росту форелі, підвищити стійкість до хвороб та розширити часовий діапазон сезону нересту. Відповідно, з'являються передумови для підвищення ефективності виробництва форелі в РАС. Форель камлоопс вважають одним з найбільш перспективних видів для вирощування у РАС, адже вона має найшвидші темпи росту порівняно з іншими видами, характеризується ранніми етапами нересту. Строки настання статевої зрілості залежать від спадкових особливостей плідників та умов навколишнього

середовища. Серед останніх найбільшу роль відіграють освітленість, температура і швидкість течії води. У райдужної форелі статева зрілість настає тим швидше, чим коротший період з денним освітленням. Прискорити дозрівання риби можна також підвищенням температури води і застосуванням гіпофізарних ін'єкцій. Сприятливо впливає на дозрівання статевих продуктів і збільшення швидкості течії води. В умовах холодноводного господарства важливим питанням залишається підтримка оптимального температурного режиму у період літньої спеки та взимку. Достатньо часто у РАС утримують декілька окремих видів, які відрізняються нерестовими періодами, що дозволяє підвищити ефективність використання наявних виробничих площ. Усі лососеві мають достатньо високі вимоги до якості води та кормів тому вирощування будь-яких видів форелі в РАС є значно складнішим, ніж вирощування сомових чи тиляпій.

Хід роботи.

1. Досліджують особливості вирощування в аквакультурі лососевих, ознайомлюються з рибоводно-біологічними нормативами для культивування форелі за технологіями РАС. Проводять порівняльний аналіз доцільності вирощування різних видів та породних груп форелі за різними технологіями аквакультури.
2. Вивчають вимоги найбільш популярних видів форелі до фізико-хімічних параметрів води, гідравлічного режиму та якості кормів. Формують перелік необхідного обладнання для забезпечення таких вимог в РАС.
3. На основі технологічної схеми вирощування здійснюють розрахунок басейнів та водообміну в РАС для вирощування форелі камлоопс за заданими показниками виробничої потужності.

Технологічна схема вирощування форелі камлоопс в РАС

Маса, г	Щільність посадки, кг/м ³	Вихід, %	Період вирощування, діб	Водообмін, хв
0,2-1	25 тис.шт./м ³	80-85	20	20
1-10	4-5 тис. шт./м ³	85	80	20
10-50	20	95	65	20
50-100	40	96	90	10-15
100-350	50-100	97	65	10-20

Практична робота № 8.

Технології вирощування креветок інтенсивними методами

Мета: дослідити технології культивування прісноводних та морських креветок в інтенсивній аквакультурі, ознайомитись із особливостями та перспективами реалізації таких проектів в Україні.

Теоретична частина.

Креветки являють собою сегмент продукції, що користується високим попитом у багатьох країнах світу, обсяг якого щороку зростає. При цьому зростання відбувається виключно за рахунок збільшення потужностей аквакультури, адже доля вилову має стійку тенденцію до зниження внаслідок виснаження запасів Світового океану. Найбільш технологічними та привабливими з економічної точки зору є прісноводний вид креветки Розенберга (*Macrobrachium rosenbergii*) та морської креветки ваннамей (*Litopenaeus vannamei*). Природно-кліматичні умови нашої держави дозволяють культивувати таку продукцію виключно в умовах РАС, де процес вирощування відбувається у контрольованих умовах неглибоких басейнів чи лотків. Креветка макробрахіум на личинковому етапі потребує утримання у солоній воді, тому дані культиватори мають бути відокремленими від загального прісного контуру РАС.

Найбільш близьким до реалізації стадії повноцінного виробничого процесу в Україні є інший об'єкт аквакультури – австралійський червонопалий рак (*Cherax quadricarinatus*). Основними технологічними перевагами даного виду перед поширеними у наших водоймах видами раків є значно швидші темпи росту та невибагливість до складу кормів. Водночас, проблемними аспектами культивування австралійського рака є необхідність підтримки температурного режиму у діапазоні 22-28°C та порівняно невеликі щільності посадки на основних етапах вирощування. Дані чинники зумовлюють додаткові витрати на утеплення ферми та опалення у холодну пору року а також призводять до необхідності задіяння під виробництво значних площ.

Хід роботи.

1. Ознайомитись з досвідом країн Азії та Європи по вирощуванню креветок, визначити основні відмінності вирощування у басейнах на відкритому повітрі та в умовах УЗВ. Виокремити окремі етапи, що характеризуються змінами у морфології та щодо вимог до умов культивування. Розробити основні технологічні операції, необхідні для вирощування прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* в РАС.
2. На основі технологічної карти вирощування австралійського рака в УЗВ здійснюють розрахунок основних розмірно-вагових груп, необхідної кількості ємностей та потребі у водозабезпеченні. Тривалість вирощування до товарної ваги у 50-60 г приймають рівною 6 місяців.

Практична робота № 9. **Технології вирощування австралійського рака** **інтенсивними методами**

Мета: дослідити технології культивування австралійського рака в інтенсивній аквакультурі, ознайомитись із особливостями та перспективами реалізації таких проектів в Україні.

Теоретична частина.

Найбільш близьким до реалізації стадії повноцінного виробничого процесу в Україні є інший об'єкт аквакультури – австралійський червонопалий рак (*Cherax quadricarinatus*). Австралійський рак є цінним видом раків, що вирощується в багатьох країнах світу, включаючи Австралію, Сполучені Штати, Ізраїль, Мексику та аргентину, Китай та Таїланд. Цей вид має ряд переваг для промислового виробництва:

- швидке зростання: Австралійські червоноклешневі раки можуть досягати розміру дорослих особин за 12-18 місяців. Це робить їх більш рентабельними для вирощування, ніж інші види раків, які можуть потребувати кількох років, щоб досягти дорослого розміру.
- простота розведення та відсутність личинкової стадії, характерної для креветок.
- висока продуктивність: Австралійські червоноклешневі раки можуть виробляти до 1000 ікринок за один раз. Це дає їм високий потенціал для виробництва.
- високі попит та комерційна ціна. М'ясо австралійського червоноклешневого рака має ніжний смак і вважається делікатесом у багатьох частинах світу.

Серед основних проблемних аспектів культивування інтенсивними методами можна зазначити порівняно низькі щільності посадки, що пов'язано з проявами агресії і канібалізму. Також раки чутливі до низьких температур, - для цілорічного вирощування в РАС необхідно підтримувати температуру води вище 20 °С. Оптимальний температурний діапазон становить від 23°C до 31°C, загибель відбувається при температурах нижче

10°C та вище 36°C. Розмноження відбувається лише тоді, коли температура води залишається вище 23°C.

Хід роботи.

1. Ознайомитись з досвідом країн Азії та Європи по вирощуванню креветок, визначити основні відмінності вирощування у басейнах на відкритому повітрі та в умовах УЗВ. Виокремити окремі етапи, що характеризуються змінами у морфології та щодо вимог до умов культивування. Розробити основні технологічні операції, необхідні для вирощування прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* в РАС.

2. На основі технологічної карти вирощування австралійського рака в УЗВ здійснюють розрахунок основних розмірно-вагових груп, необхідної кількості ємностей та потреби у водозабезпеченні. Тривалість вирощування до товарної ваги у 50-60 г приймають рівною 6 місяців.

Практична робота № 10.

Трубопроводи та арматура басейнових господарств.

Мета: ознайомитись з типами трубопроводів та лотків, що використовуються у індустріальній аквакультурі, дослідити конструкції та призначення арматури на трубопроводах внутрішніх мереж.

Теоретична частина.

Схема подачі води у окремі технологічні споруди має передбачати автономність надходження води у кожен окрему ємність, що забезпечується системою підвідних трубопроводів та лотків. Надходження води у басейни та інші ємності переважно відбувається самопливом, – таким чином бак із чистою водою має знаходитись у найвищій точці. Підведення води може здійснюватись по трубопроводу або відкритому лотку, причому до технологічно відокремлених груп ємностей найбільш

доцільно подавати воду по головному (магістральному) лотку чи трубопроводу, проектуючи від нього відгалуження до кожної окремої ємності. Аналогічно рекомендується проектувати систему відведення води: збір окремих зливних трубопроводів у спільний колектор та транспортування до споруд із обробки. Для забезпечення самопливного надходження циркуляційної води на обробку водовідвідні лотки та трубопроводи мають проходити по підлозі або під нею.

Арматура трубопроводів призначена переважно для забезпечення надійної роботи системи, регулювання обсягів води або перекривання подачі, автоматизації процесів. 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.

Залежно від типу трубопроводів використовують різні види їх з'єднання, включно з фасонними елементами, призначеними для розгалуження чи збору потоків води, переходами на інший діаметр, поворотами тощо. 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.

Хід роботи.

1. Досліджують основні характеристики труб, які використовують для влаштування внутрішніх мереж РАС. Вивчають особливості проектування напірних та безнапірних трубопроводів рибницьких господарств.
2. Вивчають правила підбору необхідного діаметра подаючих та відвідних трубопроводів РАС за розрахунковою витратою води.

3. Вивчають способи організації відведення забрудненої води з рибницьких басейнів та конструкції водовипусків.

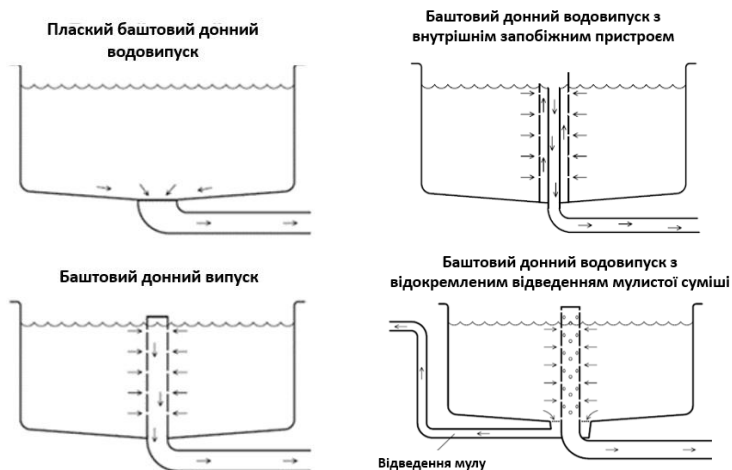


Рис. 2. Типові форми донних водовипусків рибницьких басейнів.

4. За допомогою довідкової літератури та розрахунків визначають втрати напору на ділянках трубопроводів РАС відповідно до виданого завдання.

Завдання: визначити які запобіжні пристрої та арматуру необхідно використати для забезпечення надійного відведення води від групи басейнів, водовипуск яких організовано за чотирма представленими на рис. 2 схемами. З метою забезпечення можливості відключення окремих ємностей (на ремонт або на технологічні потреби) на кожному підвідному трубопроводі необхідно встановити запірно-регулювальну арматуру, на зливних патрубках басейнів встановлюють запірні крани. Магістральні трубопроводи також мають бути обладнані арматурою для регулювання потоку води.

Практична робота № 11.

Схеми водозабезпечення індустриальних рибницьких господарств.

Мета: ознайомитись з типами трубопроводів та лотків, що використовуються у індустриальній аквакультурі, дослідити конструкції та призначення арматури на трубопроводах внутрішніх мереж.

Теоретична частина.

Системою водопостачання називають комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для добування води із природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі водоспоживачам.

Розрізняють поверхневі і підземні джерела водопостачання. Поверхневі джерела водопостачання (річки, озера, канали, водосховища) характеризуються значними змінами якості води в окремі сезони року. Якість води річок, озер, водосховищ значною мірою залежить від інтенсивності випадання атмосферних опадів, розтавання снігу, сільськогосподарської і виробничої діяльності людини в зоні водозабору.

Підземні води за умовами залягання розділяють на ґрунтові безнапірні і напірні міжпластові (артезіанські). Природні виходи на поверхню землі ґрунтових вод утворюють так звані джерельні води. До підземних вод також відносять інфільтраційні води, які є поверхневими водами, що інфільтруються через дно і береги річок чи водоймищ та дреноються із пласта водоприймальною спорудою. Підземні води (ґрунтові, артезіанські, джерельні) в основному не містять нерозчинних домішок, не мають кольору, відрізняються високою прозорістю і їх досить часто можна використовувати без очищення. Порівняно з поверхневими, підземні води більш мінералізовані і, як правило, мають вищий вміст заліза.

Схема водозабезпечення господарства має включати блок із забору та попередньої обробки підживлювальної води, блок із обробки циркуляційної води, основні виробничі ємності на даній

схемі позначаються умовно (у вигляді прямокутника із умовним позначенням певною цифрою). Експлікація до схеми водозабезпечення має містити кількість, тип та основні технічні показники обладнання та споруд.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з характерними відмінностями показників підземних та поверхневих природних вод в аспекті використання їх
2. Вивчають основні відмінності при організації водозабору з поверхневого джерела для потреб проточного басейнового господарства та РАС (рис. 1).

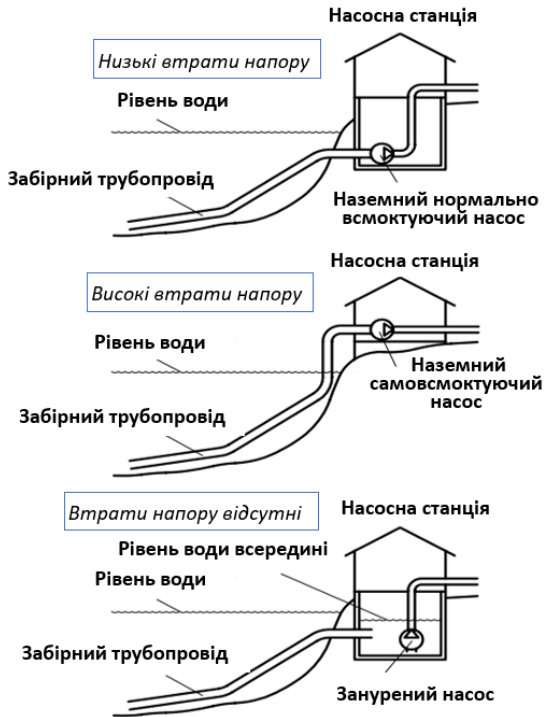


Рис. 1. Схеми водозаборів з поверхневого джерела при використанні насосів різних типів.

Визначають точки місцевих втрат напору кожної схеми. Визначають основні відмінності у технологічних параметрах насосів за трьома представленими схемами, потребу кожної схеми у арматурі, зручність обслуговування, надійність роботи. Порівняння проводять у табличній формі, наведеній нижче. Формулюють відповідні висновки.

Порівняльна характеристика схем забору води
з поверхневого джерела

Тип насоса	Місцеві втрати напору	Зручність монтажу на обслуговування	Надійність роботи	Вартість спорудження

Практична робота №12.

Аерація води в індустріальних господарствах.

Мета: ознайомитись із методами аерації у відкритих водоймах та басейнових господарствах, дослідити конструкції та принцип дії аераторів різних типів, отримати навички з підбору аераторів для потреб аквакультури у різних умовах.

Теоретична частина.

Належний кисневий стан водного середовища є невід'ємною складовою і передумовою для ефективного ведення рибиництва навіть у тих випадках, коли об'єкти аквакультури здатні дихати атмосферним повітрям. Потреба у кисні зростає пропорційно щільності посадки риб та інтенсивності процесів годівлі, додаткова необхідність у штучній аерації виникає у відкритих водоймах при утворенні на поверхні води криги. Таким чином, в РАС обладнання для аерації води є обов'язковим компонентом системи, а у господарствах, де рибу вирощують у

відкритих басейнах або водоймах обладнання для аерації розглядається в аспекті інтенсифікації процесів вирощування риби і може застосовуватись періодично. Залежно від умов застосовують доволі широкий спектр методів для аерації води, кожен з яких характеризується особливостями реалізації, має свої переваги та недоліки.

Враховуючи особливості аквакультури відкритих водойм, тут найбільш раціонально застосовувати аератори механічного типу, що здійснюють розбризкування або перелопачування шарів води. Більшість конструкцій мають привід від електродвигуна. Ефективність аерації води у відкритих водоймах суттєво обмежена через відсутність потужних течій, через що необхідно розподіляти по значній площі плеса певну кількість агрегатів для насичення води киснем. Також в таких умовах суттєво ускладнена подача до агрегату електричної енергії.

Аерація води в рециркуляційних системах дозволяє більш ефективно здійснювати процес насичення води киснем, оскільки вода постійно циркулює в трубопроводах, в межах виробничого приміщення є належні умови для прокладання повітропроводів чи облаштування споруд введення у воду технічного кисню. Тому спектр методів аерації в РАС значно ширший, ніж у відкритих господарствах аквакультури. Вибір того чи іншого методу аерації в РАС ґрунтується на багатьох чинниках, серед яких найбільш вагомими є: температурний режим та особливості об'єкта аквакультури, коефіцієнт рециркуляції та ефективність очищення оборотної води, схеми знезараження в господарстві, особливості логістики, масштаб ферми та надійність електропостачання.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з конструкціями пристроїв для аерації води, що реалізовано в основних методах насичення води киснем в аквакультурі.

2. Вивчають технічні характеристики плавучих механічних аераторів, призначених для використання у відкритих водоймах. Ознайомлюються з рекомендаціями щодо вибору типу та конструкції аераторів залежно від місцевих умов.

3. Вивчають основні методи аерації в РАС та особливості їх реалізації в межах замкнутого контуру. Проводять аналіз доцільності включення тих чи інших методів в окремих виробничо-технологічних вузлах РАС (блок попереднього очищення підживлювальної води, блок біологічного очищення, вирощувальні ємності).

4. Ознайомлюються з конструкціями аераторів різних типів, призначених для використання в РАС, їх технічними характеристиками та особливостями експлуатації. Здійснюють порівняння переваг та недоліків при реалізації різних методів у РАС. Визначають додаткові умови та чинники, які можуть обґрунтувати доцільність вибору того чи іншого методу (потреба у влаштуванні течії у басейні, доцільність використання ерліфту в окремих вузлах, використання технічного кисню для виробництва озону, використання пневмотранспорту гранульованих кормів).

Практична робота №13. Насосне та повітродувне обладнання.

Мета: ознайомитись із будовою та принципом дії сучасних насосів, що використовуються в аквакультурі, отримати навички з підбору водних насосів та повітродувок.

Теоретична частина. Основними функціями насосів у аквакультурі є: забезпечення водообміну у вирощувальних ємкостях, подача води у споруди очищення та повернення до рибницьких басейнів, дозування реагентів, аерація, транспорт кормів, відведення мулових сумішей. Тому у сучасній аквакультурі залежно від цільового призначення використовують широкий спектр типів насосів, що відрізняються за принципом дії і конструкцією.

Роботу кожного насоса в складі установки заведено характеризувати такими параметрами: подача Q , напір H , потужність N , коефіцієнт корисної дії η і вакууметрична висота всмоктування $H_{\text{вак}}$.

Подача насоса Q , (л/с, м³/г) - це об'єм рідини, який подається насосом за одиницю часу.

Напір насоса H (м) - це приріст енергії потоку рідини, що протікає через насос. Розрізняють манометричний і потрібний напори.

Найбільш раціональним рішенням для перекачування води в межах РАС є використання осьових або відцентрових насосів з порівняно невисоким робочим напором. Для забору підживлювальної води з підземного джерела водопостачання використовують багатоколісні відцентрові насоси. Дозування реагентів здійснюється об'ємними насосами. Повітродувні насоси, призначені для аерації води та забезпечення роботи ерліфтів, теж мають конструктивні відмінності і дещо різні технологічні характеристики. У переважній більшості підбір насоса здійснюється на основі двох основних характеристик: робочого напору та номінальної витрати (подачі), але з урахуванням його призначення (спеціалізації). подача та напір насоса можуть бути регульовані кількома способами, залежно від типу насоса та його конструкції. Найбільш раціональним для динамічних насосів є зміна обертів робочого колеса.

В аквакультурі поширені як занурені, так і зовнішні насоси, що пов'язано з широким діапазоном умов їх застосування, відмінностями у схемах водокористування та особливостями конструкцій. Більшість занурених насосів працюють як нормальновсмоктуючі, адже з економічної точки зору такі конструкції будуть енергоощадливими. Зовнішні насоси залежно від розташування та умов монтажу можуть бути як самовсмоктуючі, так і нормальновсмоктуючі. Для забезпечення безперебійної роботи РАС чи проточного басейнового господарства на критично важливих ділянках проектують встановлення двох насосів, один з яких виконує функцію резервного. Також допустимим варіантом може бути проектування двох насосів, які сумарно видають необхідну витрату та напір. Тоді у разі поломки одного з них господарство зможе функціонувати деякий час в аварійному режимі до заміни полого насоса новим.

Хід роботи.

1. Вивчають конструкції основних типів насосів, що використовуються в аквакультурі. Досліджують особливості технічних характеристик насосів залежно від їх конструкції. Здійснюють підбір насосів для основних потреб аквакультури за вказаними параметрами: напором та витратою.
2. Досліджують умови монтажу насосного обладнання залежно від типу насосів, засоби захисту та автоматику. Ознайомлюються із схемами об'язки насосного устаткування у різних технологічних вузлах аквакультури (подаючий насос підживлювальної води, насосна станція підйому води, дозаторний вузол, блок водострумєневої аерації).
3. Досліджують характеристики роботи насосів у групі, встановлені за послідовною та паралельною схемами. Роблять висновки про доцільність застосування таких схем в аквакультурі для різних завдань.

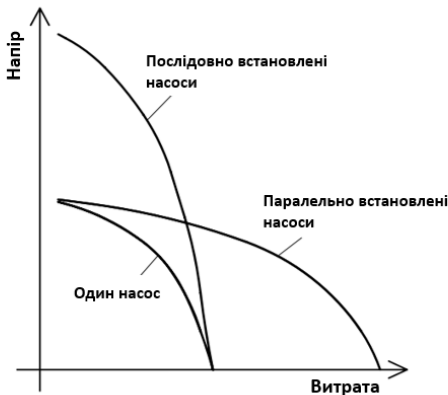


Рис. 1. Характеристики роботи насосів при паралельному та послідовному встановленні.

Практична робота №14.

Системи терморегуляції індустриальних рибницьких господарств.

Мета: ознайомитись з сучасними енергоефективними технологіями підтримки належного температурного режиму у господарствах з оборотним.

Теоретична частина.

Підтримка належного температурного режиму при вирощуванні продукції аквакультури є визначальними чинником тривалості виробничого процесу, адже риби і ракоподібні відносяться до холоднокровних тварин. Сьогодні основний обсяг індустриальної аквакультури представлений тропічними видами, що характеризуються порівняно високими темпами росту та, водночас, потребують утримання за достатньо високої температури води (23-28°C). Відповідно, зростання вартості основних енергоносіїв призводитиме до пропорційного зростання витрат на терморегуляцію. Сучасні технології відновлювальної енергетики дозволяють знизити рівень залежності від централізованих постачальників енергоносіїв, суттєво зменшити питомі витрати на терморегуляцію, нейтралізувати потенційні ризики, пов'язані з перебоями електропостачання, а також в окремих випадках досягнути повної незалежності.

Попри перспективність використання відновних джерел енергії (вітрової та сонячної енергії) для нагріву води а також для забезпечення інших потреб господарства, такі системи ще не здобули поширення в Україні. Причинами тому є відсутність державної підтримки з розвитку такої енергетики у галузі та достатньо висока вартість обладнання, що тягне за собою необхідність значних капіталовкладень на початку створення проекту. Найбільш поширеним в Україні обладнанням для нагріву води є котли різних типів. Менш актуальними на сьогодні виявляються газові котли, вартість якого є найвищою. При порівнянні газу та твердих горючих матеріалів можна зазначити, що відокремлені від крупних міст фермерські

господарства не завжди мають можливість використовувати газ, окрім того – у сільській місцевості завжди знаходяться тверді відходи (деревина, тирса, солома та ін.), які можна ефективно використати для обігріву господарства. Такий спосіб є найменш витратним і достатньо надійним – адже відпадає залежність від постачальника газу або рідкого палива. Для забезпечення передачі тепла, отриманого при згорянні енергоносіїв, використовуються теплообмінники. Саме у них і відбувається нагрів циркуляційної або підживлювальної води до необхідної температури.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються із типами сучасних сонячних панелей та оснащення для автономної сонячної електростанції. Вивчають основні технічні характеристики сонячних панелей, правила їх встановлення та експлуатації.
2. Вивчають конструкцію та принцип дії вакуумних сонячних колекторів, визначають межі їх застосування в РАС. На основі довідкової інформації інтернет-ресурсів аналізують його переваги та недоліки порівняно з електростанцією на фотоелементах.
3. Досліджують умови сумісного розміщення джерел відновлювальної енергетики та теплогенераторів на газі або твердому паливі з метою забезпечення надійної терморегуляції у господарстві при мінімальних поточних витратах енергоносіїв.
4. На основі схеми взаємного розміщення основних елементів РАС та системи терморегуляції (рис.1) здійснюють аналіз особливості її функціонування у різні періоди доби та залежно від сезону. Визначають основні пріоритети при виборі систем альтернативної енергетики.

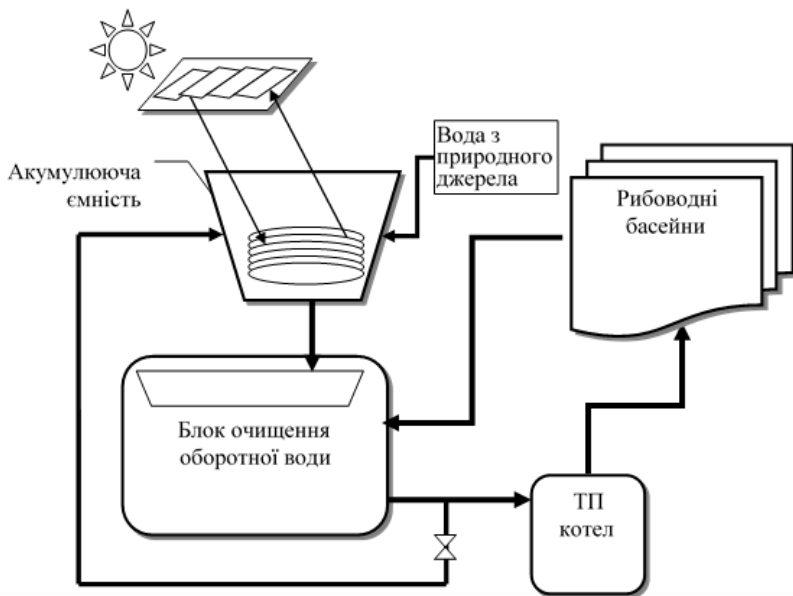


Рис. 1. Комбінована система нагріву води з використанням твердопаливного котла та вакуумного сонячного колектора.

Оскільки витрата підживлювальної води у більшості РАС складає 5-10% від загального об'єму води басейнів, у акумуляуючу ємність, де відбувається нагрів підживлювальної води, необхідно подавати частину очищеної води. Її потрібний об'єм буде визначатись потужністю геліосистеми та необхідним ступенем розбавлення води в РАС.

На основі технічних даних сонячних колекторів різних моделей підбирають необхідний об'єм акумуляуючої ємності УЗВ та обґрунтовують прийняте рішення.

Практична робота № 15.

Споруди механічного очищення оборотної води.

Мета: дослідити конструкції основних споруд для видалення нерозчинених домішок з оборотної та підживлювальної води, отримати навички з підбору споруд механічного очищення рибницьких ферм з оборотним водопостачанням.

Теоретична частина.

Механічні методи очищення використовують як для обробки підживлювальної води із природних джерел, так і для очищення циркуляційної води УЗВ. За допомогою механічних методів із води можна видалити нерозчинені домішки відносно великих розмірів (30мкм-1 см), або спливаючі чи тонучі часточки.

Серед механічних методів видалення нерозчинених включень із води найбільш часто використовують відстоювання, проциджування та фільтрацію. Методи відстоювання, реалізація яких потребує відведення значних площ, використовуються обмежено, переважно при водозаборі з поверхневих джерел, що характеризуються високою каламутністю. Найбільш поширені у практиці РАС барабанні фільтри-процидjuвачі дозволяють у безперервному режимі видаляти з води нерозчинені домішки. Пропускна здатність таких споруд суттєво залежить від крупності цідильної сітки, тому попри теоретичну можливість затримати основну масу дрібнодисперсних забруднень оборотної води, на практиці це виявляється достатньо складно через інтенсивне облипання цідильної поверхні. Особливо гостро такі проблеми постають у господарствах з вирощування кларієвого сома, оборотна вода яких характеризується значною кількістю слизу з поверхні риб.

Механічні фільтри з піщаним або полімерним фільтруючим завантаженням застосовують переважно для очищення підживлювальної води. Використання таких фільтрів для освітлення оборотної води після процесів біологічного очищення супроводжується ризиками розвитку на поверхні фільтруючого

завантаження біоплівки та швидким забиванням фільтра. Для очищення відносно невеликих об'ємів води (5-30 м³/год) можливо використовувати установки механічного фільтрування марки CRISTALL. Корпус фільтра цих установок виконується із поліпропілену. Фільтруючим завантаженням служить пісок крупністю 0,4-1,2 мм. Промивка фільтруючого завантаження здійснюється вручну по мірі забруднення. Схожі технічні характеристики мають механічні фільтрувальні установки марки Berlin.

Для забезпечення безперервного надходження підживлювальної води у період, коли фільтр виводиться на промивку, необхідно передбачити влаштування збірною резервуара очищеної води, або встановлення двох взаємозамінних фільтрів.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з особливостями видалення нерозчинених домішок за допомогою найбільш поширених методів механічного очищення.
2. Досліджують конструкції основних споруд механічного очищення, вивчають регламент роботи таких споруд, правила їх обслуговування.
3. Здійснюють підбір споруд механічного очищення для РАС із заданими показниками оборотної та підживлювальної води. Вибір здійснюють за наданим каталогом обладнання для аквакультури.
4. Здійснюють розрахунок пропускної потужності безнапірного механічного фільтра із сипучим завантаженням.

При визначенні конфігурації механічного фільтра потрібно виходити з параметрів осідання в його тілі затриманих часток. Чим дрібніше пори механічного фільтра, тим менший шлях і з більшою швидкістю в його тілі пройде частка до осідання. Однак зменшувати пори фільтра можна до певної межі - чим дрібніше пори, тим більший опір водному потоку вони чинять. Крім того, фільтр із дрібними порами вимагає більше частого промивання. Наведені передумови описуються формулою:

$$Q = AK/d ,$$

де Q - витрата води через фільтр (л/с),

A - площа фільтруючої поверхні (м²),

K - коефіцієнт проникності фільтруючого шару,

d - товщина фільтруючого шару (м).

Витиснення води завантаженням фільтра, %	45	50	55
K	0,60	0,50	0,40

4. На основі отриманих результатів здійснюють порівняння напірного та безнапірного механічних фільтрів за їх технологічними параметрами.

5. Вивчають необхідні елементи обв'язки споруд різних типів для включення у контур РАС.

Практична робота № 16.

Споруди біологічного очищення оборотної води.

Мета: дослідити конструкції сучасних споруд біологічного очищення оборотної води та отримати навички з розрахунку необхідного об'єму біофільтра для очищення оборотної води РАС.

Теоретична частина.

Головними перевагами методів біологічного очищення при обробці циркуляційної води РАС є те, що у процесі реалізації таких методів відбувається не лише вилучення, а й трансформація забруднюючих речовин. Біологічне очищення відбувається внаслідок життєдіяльності гідробіонтів, що є мікробіоценозом споруд біологічного очищення. По своїй суті такі процеси є ідентичними процесам самоочищення будь-якої природної водойми. Відповідно апаратне оформлення методів

біологічного очищення має забезпечувати протікання у спорудах процесів трансформації та вилучення біогенних елементів у процесі життєдіяльності біоценозу споруди. Азотмісткі відходи поступово перетворюються в аміак, що шляхом нітрифікації переходить у нітрати через нітрити NO^{2-} . Цей процес здійснюється аеробними бактеріями. Бактерії *Nitrosomonas* забезпечують перетворення аміаку в нітрити, а *Nitrobacter* - нітритів у нітрати. У замкнутих циркуляційних системах, де відсутні фотосинтезуючі організми, концентрація нітратів може виявитися надмірно високою. Для вилучення останніх з обороту можливо вдатися до використання анаеробних процесів або часткової підміни води. В анаеробних процесах беруть участь бактерії *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* та ін. Для свого дихання ці бактерії використовують кисень, що міститься в нітратах і тим самим звільняють азот, що виходить із системи у формі газу. Для ініціації процесу денітрифікації, концентрація кисню повинна бути не більше 2 мг/л. Ефективність споруд біологічного очищення циркуляційної води фактично визначає кількість води, яку необхідно видалити з системи і замінити свіжою для підтримки основних показників забруднень в допустимих межах.

Хід роботи.

1. Досліджують найбільш поширені конструкції біофільтрів, що використовуються у практиці РАС. Для обробки циркуляційної води замкнутих систем життєзабезпечення використовують біофільтри різноманітних конструкцій (дискові, обертові, барабанні, зрошувальні та ін.). Вивчають особливості роботи таких фільтрів, їх переваги та недоліки.

2. Для забезпечення очищення певного об'єму води, що має циркулювати у господарстві, необхідно здійснити розрахунок споруди біологічного очищення - біофільтра. Розрахунок біофільтра полягає у визначенні необхідного об'єму (площі)

фільтруючого завантаження, кількості споруд та їх конструктивних розмірів.

При використанні зрошуваних (краплинних) біофільтрів висота фільтруючого шару приймається рівною 2-2,5 м. Робоча площа біофільтра визначається за формулою:

$$F_{\phi} = Q_{\text{цирк}} / g ,$$

де F_{ϕ} – площа біофільтра, м^2 ;

$Q_{\text{цирк}}$ – витрата циркуляційної води, $\text{м}^3/\text{год}$;

g – гідравлічне навантаження на краплинний біофільтр, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год.})$, залежно від конструкції та завантаження приймається рівним 5-10.

Після визначення необхідної площі біофільтра приймають кількість секцій (від 2 до 6) та визначають їх конструктивні розміри.

3. Для видалення з оборотної води відмерлої біоплівки, що виноситься із біофільтра, необхідно передбачити відповідні споруди. Окремі конструкції біофільтрів передбачають її затримання і видалення в межах споруди. При використанні традиційних краплинних біофільтрів необхідним є визначення об'єму відстійника після біофільтра, де будуть затримуватися нерозчинені частки, що виносяться із споруди (відмерла біоплівка). Об'єм відстійника, що встановлюється після краплинного біофільтра, визначається за формулою:

$$V_{\text{відст}} = Q_{\text{цирк}} \cdot t ,$$

де $V_{\text{відст}}$ – об'єм вторинного відстійника, м^3 ;

t – час перебування води у відстійнику, приймається рівним 10 хв.

4. Здійснюють порівняльний аналіз конструктивних особливостей та особливостей реалізації в аквакультурі методів активного мулу та біоплівки, зазначають їх переваги та недоліки у даних умовах.

Практична робота №17. Автоматизована годівля в індустріальному риборівництві.

Мета: ознайомитись конструкціями автогодівниць, які використовуються в індустріальній аквакультурі, дослідити особливості функціонування автоматизованих ліній годівлі об'єктів аквакультури в РАС.

Теоретична частина.

Характерною відмінністю вирощування об'єктів аквакультури індустріальними методами використання кормів найвищої якості та дотримання чіткого регламенту годівлі. Для годівлі риб у басейнах можна використовувати стаціонарні автогодівниці з різними системами вивантаження корму.

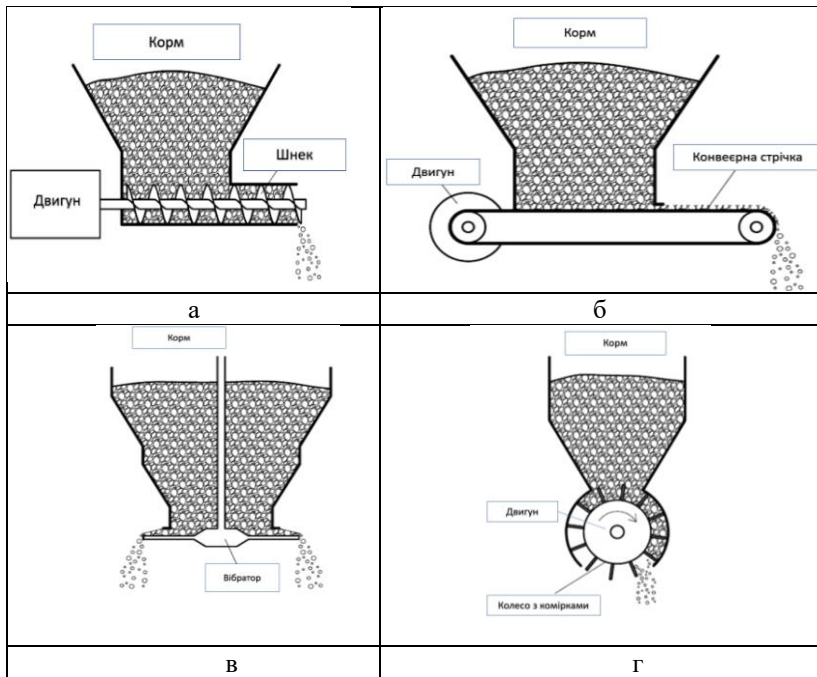


Рис. 1. Конструкції шнекової (а), стрічкової (б), вібраційної (в) та барабанної (г) автогодівниць.

Автогодівниці найкраще підходять для контрольованої годівлі молоді риб кормами розмірами крупки до 8 мм. Видача та дозування корму здійснюється за допомогою вібраційних механізмів, шнеків, лопатей, барабанної системи або системи пневмовивантаження. Автоматизовані лінії годівлі передбачають влаштування повітропроводів, корм з центрального бункеру пневмотранспортом подається і розподіляється між однаковими басейнами.

Також для годівлі риб у групі однакових басейнів можна використовувати автоматизовану лінію годівлі, що включає автогодівницю, закріплену на рухомій платформі на монорельсі, бункер із системою завантаження автогодівниці та блок управління.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з конструкціями автогодівниць, призначеними для годівлі об'єктів аквакультури в РАС. Досліджують їх конструктивні особливості та відмінності від автогодівниць, призначених для відкритих водойм.
2. Досліджують способи вивантаження корму у різних конструкціях автогодівниць, механізми регулювання дози кормів та можливості щодо програмування часу видачі. Визначають переваги та недоліки різних конструкцій.
3. Досліджують особливості організації автоматизованої годівлі риб за допомогою системи пневмотранспорту. Вивчають основні складові автоматизованої лінії. Визначають основні відмінності при влаштуванні стаціонарних автогодівниць та ліній автоматизованої годівлі.

Практична робота №18. **Внутрішній та зовнішній транспорт риби.**

Мета: ознайомитись із схемами та конструкціями оснащення для внутрішнього транспорту об'єктів аквакультури.

Теоретична частина.

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.

Рух риби всередині господарства може бути забезпечений двома різними способами: з використанням зовнішньої енергії або за допомогою сигналів або подразників для стимулювання руху риб. 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.

Залежно від технології аквакультури використовують різні методи концентрування риби: зниження рівня води у вирощувальних ємностях, зменшення доступного/вільного об'єму. Для басейнових господарств зниження рівня води досягається відкриттям зливних трубопроводів з одночасними припиненням подачі води у басейн. 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. Вертикальний транспорт може бути забезпечено за допомогою відцентрових, вакуумних, ежекторних або ерліфтних насосів.

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.)

Хід роботи.

1. Вивчають технічні характеристики автомобілів, призначених для перевезення живої риби, та основні вузли життєзабезпечення.

2. Ознайомлюються з методикою розрахунку потреби рибницького господарства у транспорті.

Необхідна у господарстві кількість рибовозів визначається за формулою:

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

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

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

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

$n_{\text{рейс}}$ – необхідна кількість рейсів;

$t_{\text{рейс}}$ – тривалість одного рейсу:

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

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

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

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

$V_{\text{ср}}$ - 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:

$$n_{\text{рейс}} = W_{\text{риб}} / q_{\text{рибовоз}},$$

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

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

3. Досліджують основні схеми та конструкції насосів для внутрішнього транспорту риби. Відзначають особливості реалізації таких схем в РАС і відмінності при влаштуванні внутрішнього транспорту в межах відкритих басейнових господарств та садкових господарств.

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	
Теплоізоляція	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 II. Індустріальна аквакультура : підручник. Київ, 2014. 586 с.