УДК 628.35 https://doi.org/10.31713/vt120184

Ольховик О. І., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Данилюк І. В., магістр, Ольховик Б. Є., студент** (Національний університет «Львівська політехніка»)

ЗАХОДИ З АЕРАЦІЇ ТА БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ МАС ОЗЕРА БАСІВ КУТ В МІСТІ РІВНЕ

Пропонуються інноваційні способи підвищення кількості вільного кисню та біологічного очищення води в озері Басів Кут.
***Ключеві слова*: аерація води, вітрогенератор, біологічне очищення.**

Один з основних факторів забруднення води у озері Б. Кут це нестача вільного кисню влітку і тим паче взимку. Це явище має дуже важливий вплив на екологічний стан водойми. При нестачі кисню відкладення на дні починають хімічно змінювати свій склад, що веде до інтенсивного розмноження та цвітіння водоростей, також це явище пригнічує ріст риби чи взагалі викликає її загибель.

Тому нами пропонується при проектуванні заходів з поліпшення екологічного стану озера Басів Кут передбачити можливість штучної аерації води як у літній період так і взимку, в умовах коли озеро покрито кригою.

Найбільш дієвим і розповсюдженим способом аерації є влаштування на дзеркалі водойми фонтанів (рис. 1), що за рахунок подачі струменю води на певну висоту і падіння його у товщу води здійснює гравітаційне перемішування водних мас і доставку в них кисню захопленого у шарі повітря.

Рис. 1. Аераційний фонтан

Загальна схема збагачення водних мас в озері киснем передбачає комплекс пристроїв об'єднаних у вузол аерації (рис. 2) з автономним живленням електроенергією. Таких вузлів за нашими попередніми прорахунками має бути не мене 4-6 штук.

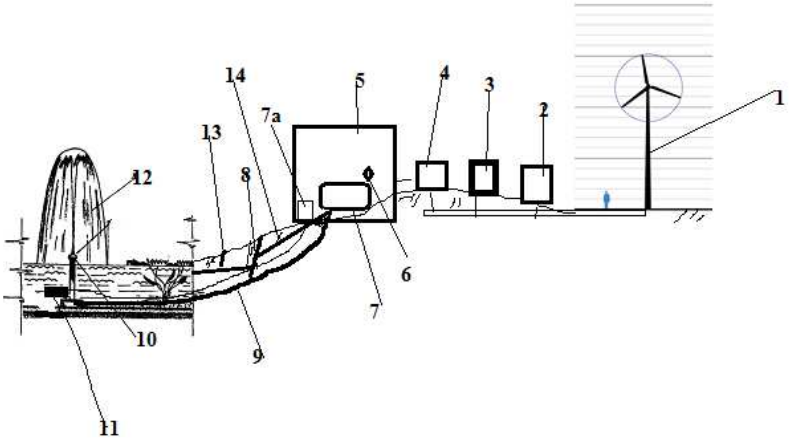

Рис. 2. Схема вузла аерації води у водоймі
1 – вітровий генератор; 2 – контролер зарядки; 3 – акумуляторна;
4 – інвертор; 5 – контейнер; 6 – бункер для введення біопрепарату;
7 – насос; 7а – компресор; 8 – повітропровід; 9 – напірний трубопровід;
10 – аераційний фонтан; 11 – донний аератор; 12 – струмені фонтану;
13 – аванкамера; 14 – всмоктуючій трубопровід

Промисловість України налагодила випуск широкої лінійки різноманітних аераційних фонтанів.

Передбачається конструкцію фонтану закріпити на пластмасові рамі прикріпленої до занурених з допомогою копрового обладнання земснаряда«Watermaster» 4-х полівінілхлоридних (ПВХ) шпунтів.

У придонній частині каркасу з шпунтів пропонується розмістити підводний аератор (рис. 3), котрий буде здійснювати подачу кисню у товщу води в зимовий час коли поверхня води покрита кригою і зовнішня аерація неможлива.

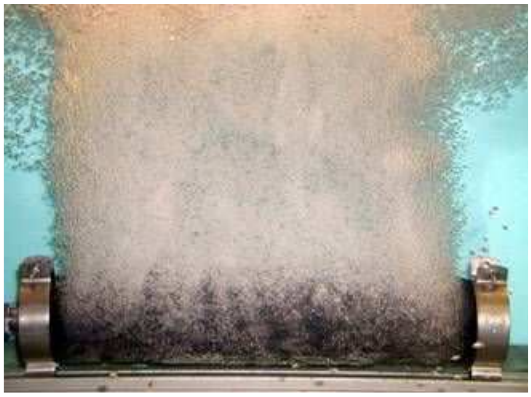

Рис. 3. Донний аератор

При роботі донного аератора відбувається підйом кисневого потоку за рахунок чого відбувається перемішування великих об'ємів води, що сприяє видаленню шкідливих газів, що накопичуються у придонному шарі і позитивно впливає на життєдіяльність водної фауни.

Для живлення пристроїв вузла аерації пропонується виконувати за рахунок відновлюваних джерел енергії. Зокрема, можна використати вітрогенератори невеликої потужності (рис. 4). Вітчизняна промисловість випускає доволі широкий спектр вітрових електростанцій.

Рис. 4. Вітрогенератор серії W

Можна порекомендувати генератор серії W, потужністю 5 кВт які працює при швидкості вітру від 1.0 м/с до 25 м/с. Такий генератор забезпечить живлення 1-2 насосів для функціонування систем фонтанної і придонної аерації. Причому, використання такої системи енергозабезпечення в разі штильової погоди не нанесе шкоди тому що короткотермінова відсутність аерації не вплине негативно на стан водних мас у озері, але буде суттєва економія витрат за рахунок того, що не буде використовуватися електроенергія з загальної мережі і можна відмовитися від акумуляторів для накопичення енергії.

Комплекти обладнання для функціонування вітрової електростанції(акумулятори, контролери, інвертори) пропонується розмістити у стандартному вантажному 3-х футовому контейнері (рис. 5).

Насоси і компресори для вузла аерації води також передбачається розмістити в такому ж контейнері, що дасть можливість захистити обладнання вузла аерації від стороннього втручання.

Рис. 5. Контейнер для розміщення обладнання

В комплексі заходів, що передбачається здійснити для поліпшення екологічного стану озера Басів Кут нами пропонується періодично виконувати біохімічне очищення води в озері.

Природне водоймище є біологічно збалансованою екологічною системою налаштованою на самоочищення і самовідновлення. Це природний стан біологічного балансу може бути порушене в результаті забруднення водойми органічними речовинами як із-за природного надходження у водойму зливових вод, наносів, листя, накопичення екскрементів риб і водоплавних птахів, відмерлих водних рослин, так і внаслідок штучного забруднення водойми відходами людської діяльності – промисловими, сільськогосподарськими, і муніципальними відходами, добривами, фекаліями, що можна спостерігати на прикладі озера Басів Кут.

Органічні продукти накопичується на дні будь-якого озера, ставка, чи водосховища, де формують біомасу донного мулу, що постійно розкладається. Розкладаючись, органічні речовини забирають з води розчинений кисень, натомість насичуючи воду продуктами розпаду – поживними (біогенними) елементами азоту, фосфору, нітратів, фосфатів. Джерелами прямого надходження поживних елементів у водойму є також добрива і гній. У насиченій поживними елементами воді починається стрибкоподібне розмноження окремих видів водних рослин, фітопланктону, що пригнічують решту флору водойми - найпростіші водорості (бурі, синьо-зелені водорості), ряски.

Водойма раптом починає подавати тривожні ознаки екологічного неблагополуччя: вода у водоймі в теплий період завжди каламутна, поверхню водоймища в липні-серпні покривається щільним килимом "зеленки", в ставкової воді чудово себе почувають і активно розмножуються синьо-зелені водорості, утворюються запахи, періодично трапляються замори. Ці неприємні явища можуть бути однозначно інтерпретовані як наслідки забруднення водойми органічними речовинами і поживними елементами, в результаті чого відбува-

ється порушення біологічного балансу водойми.

Тому разом з інженерними способами очищення озера пропонується використати і метод біологічного очищення.

Біологічне очищення дозволяє відновити біохімічне самоочищення за рахунок штучного відновлення видового складу корисної мікрофлори багаторазовим збільшенням концентрації корисних мікроорганізмів у водоймі. Відновлення видового складу корисної мікрофлори багаторазово активізує процеси самоочищення, прискорюючи відновлення біологічної рівноваги. Для цього в забруднений водойму вносяться високі концентрації спеціально підібраних мікроорганізмів, які присутні в грунті та екосистемах здорових незабруднених водойм у дуже малих кількостях, селекційованих і розмножених у формі готового до застосування концентрованого біопрепарату.

В Україні найбільш відомий і розповсюджений біопрепарат «Водограй».

Біопрепарат «Водограй» застосовується і ефективно діє при температурі води від +4° С до +40° С. Рекомендується починати використання з початком теплого сезону – у березні або квітні, для того, щоб до періоду «**цвітіння води**» встановилася концентрація мікроорганізмів, що містяться в препараті, необхідна для якісного дії. Застосування препарату можливе до початку холодів, – жовтня, листопаду місяця. Стартова доза біопрепарату Водограй вноситься протягом перших трьох днів у співвідношенні по 3,5 грама на 1 м^2 площі водойми. Потім щодня вноситься доза рівна 0,5 грама на 1 м^2 водойми. Бажано вносити препарат у вигляді розчину в пропорції 100 грам препарату на 5 літрів води кімнатної температури, якому потрібно дати настоятися протягом 20-30 хвилин, періодично помішуючи. Продукт, так само, можна просто розкидати на поверхні води.

Виробник попереджає про те, що біопрепарат Водограй плюс чистий ставок може бути депресантом для рівня кисню. Значення вмісту кисню необхідно відслідковувати і при необхідності коригувати. В цьому випадку допоможе штучна аерація води, що запропонована вище. Причому біопрепарат можна вносити через бункери встановлення яких можна передбачети на системі аераційних фонтанів.

Залежно від пори року, температури, рівня кисню та обсягу мулу на дні водойми, на очищення води може знадобитися до 3 місяців. У разі сильного засмічення дозу біопрепарату можливо збільшити. Орієнтовні дози препарату наведені в таблиці.

Таблиця 1

Площа, $м^2$	Стартова доза: перші три дні по 3,5 $г/м^2$	Наступні внесення по 0,5 $г/м^2$	Місячна доза в грамах
10	35	5	240
15	52,5	7,5	360
30	105	15	720
50	175	25	1200
100	350	50	
Площа, $м^2$	Стартова доза: перші три дні по 3,5 $г/м^2$	Наступні внесення по 0,5 $г/м^2$	Місячна доза в грамах
10	35	5	240
15	52,5	7,5	360
30	105	15	720
50	175	25	1200
100	350	50	

Необхідно відзначити, що інтенсифікуючи самоочищення, біопрепарат жодним чином не замінює очищення водойми від великого механічного сміття. Очищення водойми біопрепаратом може і повинна механічного сміття.

Основною перевагою біологічного очищення є повноцінне відновлення природних процесів самоочищення водойми. Біопрепарат рекомендується для застосування в більшості описаних вище випадків забруднення закритих водойм. Позитивний ефект від застосування препарату досягається протягом одного теплого сезону. У залежності від інтенсивності забруднення водойми повторне застосування препарату може проводитися кожен теплий сезон до повного відновлення біологічної рівноваги. У разі якщо водойма забруднюється безперервно, необхідно вжити заходів щодо зниження навантаження на водойму, а до цього необхідно регулярно вносити мінімальні дози препарату.

1. Ольховик О. І., Данилюк І. В., Ольховик Б. Є. Заходи з поліпшення екологічного та санітарного стану озера Басів Кут в місті Рівне. Рівне : НУВГП, 2017. **2.** Електронний ресурс. URL: http://www.ecosvit.net/ua/wind-generator-ew-2000 (дата звернення: 10.11.2018). **3.** URL: https://www.vodograi.org/ (дата звернення: 10.11.2018).

REFERENCES:

1. Olkhovyk O. I., Danyliuk I. V., Olkhovyk B. Ye. Zakhody z polipshennia ekolohichnoho ta sanitarnoho stanu ozera Basiv Kut v misti Rivne. Rivne : NUVHP, 2017. **2.** Elektronnyi resurs. URL: http://www.ecosvit.net/ua/wind-generator-ew-2000 (data zvernennia: 10.11.2018). **3.** URL: https://www.vodograi.org/ (data zvernennia: 10.11.2018).

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М. М. (НУВГП)

Olkhovyk O. I., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Danyliuk I. V., Master, Olkhovyk B. Ye., Senior Student** (National University "Lviv Polytechnic")

MEASURES FOR AERATION AND BIOLOGICAL TREATMENT OF WATER MASSES IN THE LAKE BASIV KUT RIVNE CITI

Innovative ways to increase the amount of free oxygen and biological water treatment in Lake Basiv Kut.
***Keywords*: aeration of water, wind turbine, biological purification.**

Ольховик А. И., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Данилюк И. В., магистр, Ольховик Б. Е., студент** (Национальный университет «Львовская политехника»)

МЕРОПРИЯТИЯ ПО АЭРАЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ ВОДНЫХ МАСС ОЗЕРА БАСОВ КУТ В ГОРОДЕ РОВНО

Предлагаются инновационные способы повышения количества свободного кислорода и биологической очистки воды в озере Басов Кут.
***Ключевые слова*: аэрация воды, ветрогенератор, биологическая очистка.**