

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРОМАД БЕЗПЕЧНОЮ ТА ЯКІСНОЮ ВОДОЮ

¹ Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет»;

² ТОВ Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Анотація

Розроблено установку з аерації та термостабілізації води для використання у водозабрах в умовах сучасних техногенних проблем для забезпечення якісною чистою водою громад, підтримки цивільного захисту населення.

Ключові слова: аерація, ерліфт, техногенне забруднення, забруднення води, термостабілізація води.

Abstract

A system for aeration and thermal stabilization of water has been developed for use in water intakes in the context of modern technological problems to provide communities with high-quality clean water and support civil defense of the population.

Keywords: aeration, airlift, technogenic pollution, water pollution, water thermostabilization.

Вступ

Нещодавнє забруднення річок Сейм і Десна стало серйозною екологічною проблемою. Основною причиною вважається витік нечистот із російського цукрового заводу, що зрештою спричинив підвищений рівень амонію та інших забруднювальних речовин у воді. Ці речовини призвели до зниження вмісту кисню в воді, що викликало масу загибелі риби та загрозу здоров'ю водоспоживачам.

Наразі забруднена вода рухається вниз по Сейму та Десні в напрямку ріки Дніпро. При потрапленні хімічних речовин до Сейму забруднення нагадувало пляму та рухалось до Десни, далі воно потроху почало розпливатись, зменшуючи концентрацію природним шляхом – розбавлянням чистою водою річки Десна, проте продовжуючи рух до Дніпра. Зрештою, забруднення досягло Дніпра, одного з найбільших річок регіону. Це погіршило безпеку акваторії, оскільки Дніпро є ключовою водою, від якої залежить багато промислових та сільськогосподарських об'єктів. Все це ставить питання про необхідність впровадження технічних засобів запобігання потраплення шкідливих речовин далі до споживачів, а додаткове очищення природних вод стає як ніколи актуальним завданням.

Метою роботи є розроблення способу попереднього очищення води у водозаборах шляхом аераційних установок та терморегуляції.

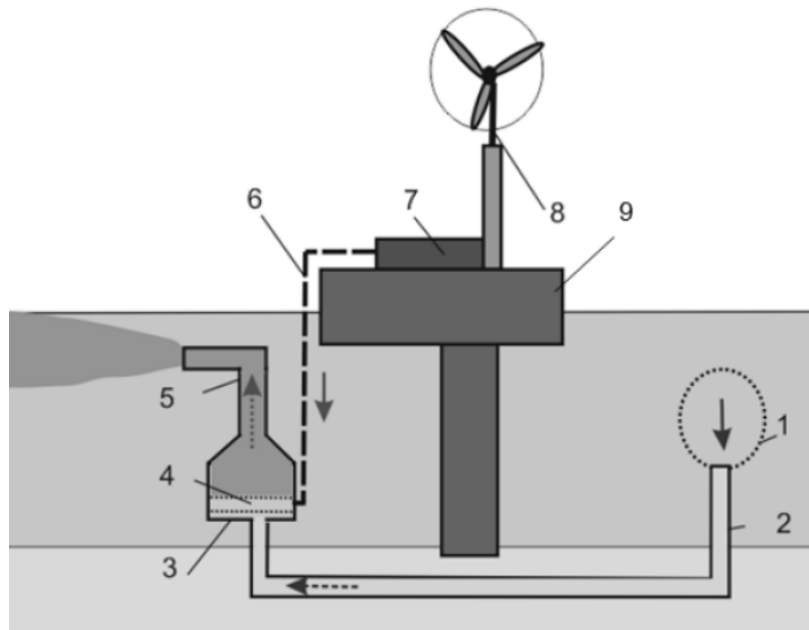
Результати дослідження

Вода є важливою для цивільного захисту населення з кількох причин: по-перше це забезпечення життя та здоров'я населення, по-друге використання для побутових та промислових потреб. Проте техногенні викиди, що потрапляють у водні ресурси забруднюють воду, що призводить до порушення роботи екосистем, знищення окремих видів рослин і тварин. Тривалий вплив забруднених вод на природу призводить до порушення водного балансу регіону та зниження рівня ґрунтових вод. Накопичене забруднення веде до створення «мертвих зон» у воді, де життя неможливо через брак кисню [1].

Для забезпечення населення якісною водою необхідно впроваджувати аератори на початковому етапі водозабору. Аератори є спеціалізованими пристроями, які насичують воду розчиненим киснем на рівні, який має бути не менше 6 мг/л. Достатнє насичення води киснем до розвитку корисних мікроорганізмів і мінералізації органічних речовин, що зменшує накопичення органічних забруднювачів, зменшує концентрацію поживних речовин, що є сприятливими для росту водоростей. Це, у свою чергу, зменшує ймовірність розвитку небажаних водоростей, зокрема синьо-зелених, які можуть вироб-

ляти токсини, небезпечні для здоров'я людини та тварин. Систематичне насичення води киснем покращує загальний стан водного середовища, знижує мутність води та покращує її смакові характеристики. Забезпечення чистої та безпечної води дозволить запобігти поширенню водних інфекцій і забруднень, що забезпечує рівень комфорту та здоров'я населення.

Розроблена установка ерліфт-аератор [2] представляє собою двоступінчастий ерліфт (рис.1).



1 - сітчастий фільтр; 2 - геотермальний теплообмінник; 3 - змішувальна камера; 4 - розпилювач; 5 - ерліфт; 6 - повітропровід; 7 - компресор; 8 - вітроагрегат; 9 - фундамент

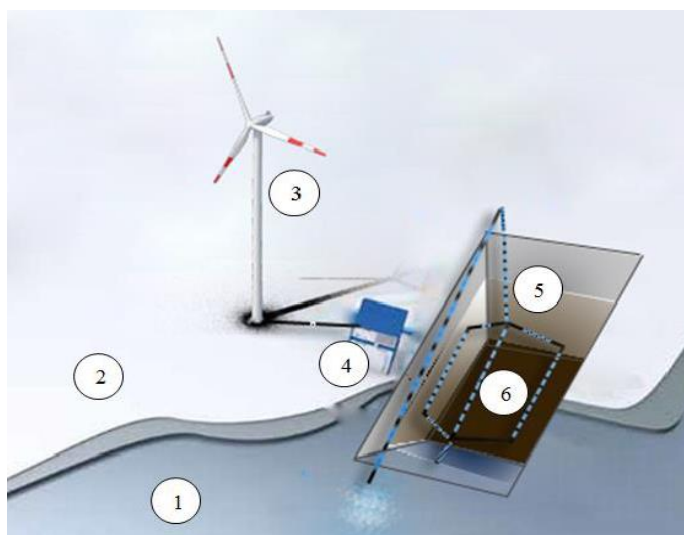
Рис.1. Конструктивна схема ерліфт-аератора

Вода з низькою концентрацією кисню проходить через водозабірну трубу, розташовану нижче рівня термокліну в літній період та нижче рівня промерзання взимку. Далі, після проходження через сітчастий фільтр (1), який видаляє великі частки та гідробіоти, що можуть заважати нормальному функціонуванню установки, вода надходить до геотермального теплообмінника (2). Тут температура води зростає до $+10...+15^{\circ}\text{C}$, що робить її придатною для продуктивного розчинення кисню. Потім вона потрапляє до змішувальної камери (3), де через розпилювач (4) подається стиснене повітря з повітропроводу (6). Газоводна суміш далі переходить до ерліфта (5). Діаметр камери є більшим за стовбур ерліфта, що забезпечує помірну швидкість руху та подовжує контакт повітря з водою.

Подача повітря відбувається через повітропровід (6) від компресора (7), який живиться від вітроагрегата (8). Компресор та вітроагрегат встановлені на фундаменті (9) для стабільності.

Вода, збагачена киснем, надходить до верхніх шарів водойми, що забезпечує обмін кисню між повітряною та водною фазами, підвищуючи концентрацію розчинного кисню у воді та запобігаючи евтрофікації. Рекомендується використовувати вітер як альтернативне джерело енергії для системи водоочищення, що може значно знизити експлуатаційні витрати на обслуговування обладнання або навіть принести прибуток від зеленої енергії. У випадку несприятливих метеорологічних умов можливе живлення від підстанції.

Відомо, що концентрація вмісту розчиненого кисню безпосередньо залежить від температури води, чим нижча температура води тим вище розчинність кисню у ній. Тому забезпечення термостабілізації води додатково підвищує її якість запобігаючи утворенню шкідливих водоростей. Регулювання температури води можна досягнути встановленням геотермального теплообміннику перед водозабором [3] (рис.2).



1 – водойма; 2 – ґрунт; 3 – вітряк; 4 – компресор; 5 – установка з аерації; 6 – труби геотермальної системи для терморегуляції води

Рис. 2. Конструкція системи аерації водойм із застосуванням вітрової енергії:

Теплообмінник представляє собою трубу або декілька труб, встановлені таким чином, щоб вода проходила через них на шляху до водозабору. Процес охолодження води у теплообмінниках створюється за допомогою геотермального тепла, що забезпечує ефективний тепловий обмін. Температура води влітку може досягати 30 °С, що сприяє активному цвітінню водоростей. За допомогою теплообмінника температура знижується до 20 °С. Таким чином зниження температури води уповільнює ріст водоростей, зокрема небажаних видів, таких як синьо-зелені водорості, це відбувається завдяки зменшенню доступних умов для їхнього розвитку та підвищення розчинності кисню. Так відбувається збільшення прозорості води та зникають небажані запахи.

Висновки

Таким чином, аерація є критично важливим елементом у системі водопостачання, сприяючи покращенню екологічних умов у воді та захисту здоров'я людей. А додаткова установка геотермальних теплообмінників забезпечує стійкий контроль температури води протягом тривалого часу та додатково підвищує розчинність кисню. Використання геотермальної енергії для охолодження є енергоефективним і екологічно чистим рішенням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Studying the effect of mineral fertilizers on the development of the eutrophication process in the water bodies / V. Kostenko et al. Ecological engineering & environmental technology. 2023. Vol. 24, no. 4. P. 79–87. URL: <https://doi.org/10.12912/27197050/161950>.
2. Ерліфт-аератор: пат. 127009 Україна: МПК (2023.01), C02F 7/00, F03D 9/28 (2016.01), C02F 3/02 (2006.01), C02F 1/74 (2006.01) № a202101095; заявл. 05.03.2021; опубл. 08.03.2023, бюл. № 10.
3. Пристрій для термостабілізації та аерації води у водоймищі: пат. 141240 Україна: МПК C02F 3/14 (2006.01) № u201910119; заявл. 01.10.2019; опубл. 25.03.2020, Бюл. № 6.

Костенко Віктор Климентович — доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри природоохоронної діяльності, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», email: viktor.kostenko@donntu.edu.ua

Таврель Марина Ігорівна — старший викладач кафедри безпеки праці та охорони довкілля, ТОВ Технічний університет «Метінвест Політехніка», email: maryna.tavrel@mipolytech.education

Viktor Kostenko — Dr, Prof., Head of the Department of Environmental Protection, email: viktor.kostenko@donntu.edu.ua

Maryna Tavrel — Senior Lecturer, Department of Occupational Safety and Environmental Protection, email: maryna.tavrel@mipolytech.education