

КИСНЕВИЙ РЕЖИМ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА І МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЙОГО ПОЛІПШЕННЯ В КРИТИЧНИХ УМОВАХ

На основі аналізу літературних даних та матеріалів досліджень визначено основні чинники формування кисневого режиму Канівського водосховища. Розглянуто можливості збільшення вмісту у воді кисню в критичні періоди шляхом регулювання попусків гідровузлів.

Концентрація розчиненого у воді кисню є одним із найважливіших гідрохімічних параметрів, що визначає інтенсивність окисно-відновних біохімічних процесів, які відбуваються у водоймах. Тому кисневий режим, і, зокрема, вміст кисню у воді та його динаміку часто приймають як інтегральний показник стану водних екосистем і якості води в них (Оксиук, Стольберг, 1986; Романенко и др., 1990; Timchenko, Oksiyuk, 2002).

Кисневий режим Канівського водосховища був і є предметом пильної уваги з моменту утворення цієї штучної водойми. Найбільш повно узагальнено матеріали досліджень газового, у тому числі кисневого, режиму за перше десятиріччя існування водосховища в монографії “Гидрология и гидрохимия Днестра и его водохранилищ”, що вийшла у світ в 1989 році. З того часу багато зусиль щодо встановлення закономірностей та особливостей формування вмісту кисню та його динаміки у воді Канівського водосховища докладено вченими та спеціалістами Державної гідрометслужби, Інституту гідробіології Національної Академії наук, Дніпровського басейнового управління водних ресурсів, Держводгоспу та інших організацій і підприємств України (Оксиук и др., 1999; Осадчий, 2000 та інш.).

Аналіз опублікованих даних та матеріалів наших досліджень свідчить, що Канівське водосховище у зв'язку з активною проточністю має дещо кращі показники кисневого режиму, ніж інші водосховища дніпровського каскаду. Але в літній та зимовий періоди вміст кисню у

воді зазначеної водойми часто може зменшуватися до екстремально низьких значень.

Взимку дефіцит кисню у верхній (річковій) ділянці Канівського водосховища найчастіше обумовлюється надходженням збідненої киснем води з Київського водосховища та р. Десни. Найбільш гострий дефіцит кисню виникає в період льодоставу, коли біохімічне та хімічне споживання є досить істотним, фотосинтетична аерація низька або зовсім відсутня, а атмосферна аерація припинена внаслідок льодового покриву. У цей час вміст кисню у воді знижується до 3-4 (інколи до 2 мг/дм³), що становить 12-30% насичення (Оксиук и др., 1999). Значні витрати кисню обумовлені поглинанням його донними відкладами, оскільки за певних умов відбувається біохімічне та хімічне окиснення мінеральних і органічних речовин, що депоновані в донних відкладах. За даними деяких дослідників (Денисова, Тимченко, Нахшина и др., 1987) частина кисню, що поглинається донними відкладами, може сягати 50% загальної його кількості, що споживається екосистемою.

Влітку кисневий режим Канівського водосховища досить нестабільний. Постійно відмічається більш-менш тривале зниження вмісту розчиненого кисню – до 5-6, а інколи й до 3-4 мг О₂/дм³ (35-50% насичення). Причини – низька концентрація у воді, що надходить у водосховище, та переважання процесів деструкції органічної речовини над її продукцією. Значний внесок у зменшення концентрації розчиненого у воді кисню в річковій ділянці водосховища належить витратам його на процеси самоочищення водного середовища в умовах інтенсивного антропогенного забруднення основного русла і придаткової мережі в межах Києва.

Зрозуміло, що цей же чинник негативно впливає і на кисневий режим нижньої (озерної) ділянки Канівського водосховища. Але тут основними чинниками є атмосферна та фотосинтетична аерація, з одного боку, і процеси деструкції органічної речовини та дихання водних організмів, з іншого. В озерній частині водосховища влітку інколи спостерігається вертикальна стратифікація вмісту кисню у воді. У випадку тривалої безвітряної погоди вміст кисню у поверхневому шарі внаслідок фотосинтезу фітопланктону може сягати 11-15 мг/дм³, тоді як придонні води збіднені на кисень і його концентрація не перевищує 5-7 мг/дм³, що становить 40-50% насичення.

Дефіцит кисню у воді негативно відбивається на інтенсивності процесів самоочищення, що надзвичайно важливо в умовах постійного антропогенного пресу на Канівське водосховище, особливо в його річковій ділянці. Наслідком цього є загальне погіршення якості води, умов господарського водокористування та зниження рекреаційної цінності водного об'єкту.

Безумовно, постає питання про можливість штучного поліпшення показників кисню в досліджуваній водоймі. Останнім часом зроблено істотні кроки у цьому напрямку стосовно верхньої (річкової) ділянки водосховища (Оксиук та інш. 1999; В. Тимченко, Петренко, О. Тимченко, 2001; Тимченко, Оксиук, 2002; В. Тимченко, О. Оксиук, О. Тимченко, 2003). В основу запропонованого засобу покращення екологічної ситуації на цій ділянці покладено регулювання попусків Київського гідровузла, оскільки водний режим впливає практично на всі процеси, що формують вміст та динаміку розчиненого у воді кисню. Кількісні критерії зазначеного регулювання встановлюються шляхом використання розрахункової моделі. Остання базується на визначенні окремих складових і кисневого балансу в цілому в елементарному (що надходить через створ ГЕС за добу) об'ємі води, який переміщується впродовж ділянки.

Нагадаємо, що для визначення складових кисневого балансу використовується низка залежностей, адаптованих для умов річкових ділянок дніпровських водосховищ. Проведений нами аналіз одержаних результатів розрахунків свідчить, що ці залежності можна використовувати безпосередньо як для річкової, так і для озерної ділянок Канівського водосховища.

Так, для визначення інтенсивності надходження у воду кисню з атмосфери правомірно використовувати співвідношення:

$$At = (C_s - C_0) \cdot (1 - 10^{-kt}), \text{ мг О}_2/\text{дм}^3 \text{ доба}, \quad (1)$$

де C_0 – концентрація кисню на початку розрахункового періоду, мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$; C_s – максимально можлива концентрація кисню у воді при даній температурі, мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$; t – тривалість аерації, доба; k – коефіцієнт атмосферної аерації, який можна розрахувати за формулою:

$$k = 1,024^{T-20} (0,06wh^{-1} + 1,6u^{0,5}h^{-1,5}), \text{ доба}^{-1}, \quad (2)$$

де T – температура води, $^{\circ}\text{C}$; w – швидкість вітру, м/с; u – швидкість течії, м/с; h – середня глибина, м.

Рівняння для визначення величини фотосинтетичної аерації має вигляд:

$$A = \alpha B_{wp}, \text{ мг } O_2/\text{дм}^3 \text{ доба}, \quad (3)$$

де α – продукційна здатність водоростей, мг $O_2/\text{дм}^3$ доба; B_{wp} – їх біомаса, мг/дм³.

Витрати кисню на деструкцію органічної речовини розраховуються за формулою:

$$R = r B_{hb} + k BSK_{нов}, \text{ мг } O_2/\text{дм}^3 \text{ доба}, \quad (4)$$

де r – питоме дихання гідробіонтів, мг $O_2/\text{дм}^3$ доба; B_{hb} – їх біомаса, мг/дм³; k – коефіцієнт бактеріальної деструкції, доба⁻¹; $BSK_{нов}$ – повне біохімічне споживання кисню, мг $O_2/\text{дм}^3$.

Роль хімічного окиснення неорганічних та органічних речовин у кисневому балансі Канівського водосховища відносно невелика. Але іноді складаються такі умови, коли витрати кисню на хімічне окиснення стають відчутними і їх необхідно враховувати. На річковій ділянці хімічне споживання кисню обумовлене переважно окисненням феруму, мангану та гумусових речовин. Що стосується останніх, то вони надходять у Канівське водосховище з водами Прип'яті та Дніпра. Вміст їх у воді, що скидається через греблю Київської ГЕС, може досягати в середньому 24-38 мг/дм³ (Линник, Васильчук, Болелая, 1995). Літом і восени збільшення концентрації гумусових речовин у Канівському водосховищі відбувається також і внаслідок внутрішньоводоймних процесів (Линник, Васильчук, Болелая, 1995). Вміст феруму у воді Канівського водосховища не дуже високий. До того ж, переважна його частина знаходиться у складі комплексних сполук із розчиненими органічними речовинами, насамперед із гумусовими. Зв'язаний ферум практично не окиснюється і на концентрацію кисню у воді не впливає. Манган надходить до Канівського водосховища зі стоком із Київського водосховища та з водами Десни. Середній його вміст у цій воді може становити 30-50 мкг/дм³. Максимальні концентрації мангану спостерігаються в зимовий період, що обумовлюється напруженим кисневим режимом. Глибокий дефіцит кисню в Київському водосховищі і Десні сприяє вивільненню цього металу з донних відкладів (Линник, 1978; Линник, Набиванец, 1986). У процесі аерації води відбувається окиснення вільних іонів Mn^{2+} до гідратованих оксидів типу MnO_2 , що поступово седиментують у донні відклади і концентрація мангану у воді зменшується. На окиснення 1 мг Mn^{2+} -іонів витрачається близько 0,3 мг кисню.

Таким чином, методична основа для розрахунку складових кисневого балансу Канівського водосховища практично існує. Завдання полягає в тому, щоб на основі даних кількісної оцінки вмісту та динаміки розчиненого у воді кисню визначити конкретні засоби збільшення його концентрації в критичні періоди й поліпшення стану екосистеми Канівського водосховища.

Отже, у літній період штучне підвищення концентрації кисню у воді річкової ділянки водосховища можна здійснити шляхом збільшення об'ємів скидів води через греблю Київської ГЕС. Але слід зазначити, що такий засіб можливий лише в тих випадках, коли концентрація кисню у воді Київського водосховища вища, ніж в Канівському. Деякого підвищення вмісту кисню в русловій частині верхньої ділянки водосховища можна досягти також активізацією водообміну між основним руслом і придатковою системою (озера, затоки, рукава тощо). Методичні засади такого регулювання викладено нами раніше (Пелешенко, Тимченко, 2001). Нагадаємо лише, що для цього потрібно збільшувати амплітуду добового коливання рівня води в нижньому б'єфі Київської ГЕС.

Ефективним засобом покращення кисневого режиму в річковій ділянці водосховища в зимовий період може бути чергування протягом тижня високих об'ємів попусків ГЕС, котрі формують значну довжину пригребельних ополонк, з низькими об'ємами попусків, що забезпечують необхідний для атмосферної аерації час перебування води в межах ополонк (Тимченко В., Оксик О., Тимченко О., 2003).

Для поліпшення кисневого режиму в озерній ділянці Канівського водосховища в зимовий період придатна методика, розроблена для озерних ділянок дніпровських водосховищ (Тимченко В., Оксик О., Тимченко О., 2003; Тимченко, 2003). Збільшення вмісту розчиненого у воді кисню у так званих зонах динамічного затишку, в яких, як правило, знаходяться ями, де зимує риба, досягається шляхом короткочасних (одна або декілька діб) незначних (0,2-0,3 м) підйомів рівня води. Розрахунки показують, що лише за один цикл підйому рівня води в озерній частині Канівського водосховища на 0,3 м концентрація кисню, навіть в найбільш віддалених від зони активної течії зимувальних ямах, збільшується на 0,2-0,5 мг O_2 /дм³. Декількома підйомами можна досягти необхідного (нормативного) значення концентрації кисню в будь-якій частині водосховища.

Зазначені засоби поліпшення кисневого режиму Канівського водосховища шляхом зміни гідрологічного режиму можуть застосовуватися в критичні періоди, коли інші способи недоступні або потребують значних коштів.

* *

На основе анализа литературных данных и материалов исследований определены основные факторы формирования кислородного режима Каневского водохранилища. Рассмотрены возможности увеличения содержания в воде кислорода в критические периоды путем регулирования пусков гидроузлов.

* *

1. Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. и др. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. – Киев:Наук. думка, 1989.–212 с.
2. Денисова А.И., Нахшина Е.П., Новиков Б.И., Рябов А.К. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. – Киев: Наук. думка, 1987. – 164 с.
3. Линник П.Н. Формы миграции и сезонная динамика марганца в воде рек Днепра и Десны. – Автореф. дис. канд. хим. наук. – Киев: 1978. – 21с.
4. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 270 с.
5. Линник П.Н., Васильчук Т.А., Болелая Н.В. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ. // Гидробиол. журн., 1995. – т.31, № 2. С. 74-81.
6. Оксуюк О.П., Тимченко В.М., Давыдов О.А. и др. Состояние экосистемы Киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования. – К.: Випол. 1999 – 60 с.
7. Осадчий В.І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. // Наук. праці УкрНДГМІ. – Київ, 2000. – Вип. 248. – С. 138-153.
8. Оксуюк О.П., Стольберг Ф.В. Управление качеством воды в каналах. – Киев: Наук. Думка, 1986. – 176 с.
9. Пелешенко В.І., Тімченко О.В. Оцінка процесу формування кисневого режиму заток Дніпра в районі Києва // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – Київ: Ніка-центр, 2001. – С. 488-492.
10. Романенко В.Д., Оксуюк О.П., Жукинский В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. – Киев: Наук. думка, 1990. – 256 с.

11. *Тимченко В.М., Петренко Л.В., Тимченко О.В.* Регулирование содержания кислорода в воде Каневского водохранилища в зимний период // Гидробиол. журн., 2001. – Т. 37, № 6. – С. 89-94.
12. *Тимченко В.М., Оксуюк О.П.* Кислородный режим речных участков Днепровских водохранилищ в зимний период и его улучшение попусками ГЕС // Гидробиол. журн. – 2002. – Т. 38, № 6. – С.89-98.
13. *Тимченко В.М., Оксуюк О.П., Тимченко О.В.* Возможности регулирования кислородного режима днепровских водохранилищ в зимний период попусками ГЕС /Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К: ВГЛ “Обрії”, 2003. – Т.5. – С. 195-204.
14. *Timchenko V., Oksiyuk O.* Ecosystem condition and water quality control at impounded sections of river by the regulated hydrological regime // Ecohydrology and Hydrobiology, 2002. – vol. 2, № 1-4. – P.259-264.