

**HYGIENIC ASSESSMENT OF THE CONTEMPORARY UKRAINIAN SYSTEMS
FOR AFTERPURIFICATION OF DRINKING WATER IN THE PLACES
OF ITS IMMEDIATE USE**

V.A. Prokopov, C.V. Shushkovska

Experience of the application of the Ukrainian collective installations for the afterpurification of drinking water from a centralized system for drinking water supply is elucidated in the article. Technological schemes for water purification, results of the efficiency of water purification, hygienic recommendations for their exploitation are presented.

УДК 614.3:622.51:628.31

**ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА САНІТАРНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ
ВОДОЙМ В ЗОНІ РОЗТАШУВАННЯ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ АЕС**

Станкевич В.В., Тарабарова С.Б.

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України»

Інтенсивний розвиток атомної промисловості в Україні призвів до появи об'єктів, які являють собою потенційну небезпеку для навколишнього середовища та здоров'я населення. До таких об'єктів відносяться атомні електростанції з реакторами різних типів, гірничо-хімічні комбінати, заводи з переробки ядерного палива тощо. Атомні електростанції в своїх технологічних процесах використовують великий об'єм води, в результаті чого у природні водойми потрапляє підігріта вода, що підвищує притаманну температуру водойм. АЕС стали джерелом теплового забруднення об'єктів довкілля. Для водного середовища небезпекою є збільшення евтрофікації водойм за рахунок скиду підігрітих вод та збільшення ризику виникнення інфекційних хвороб серед населення прилеглих АЕС територій [1,2]. Хмельницька АЕС (ХАЕС) – одна з чотирьох діючих атомних станцій України. Вона збудована в м. Нетішин Славутського району Хмельницької області. АЕС розташована у крайній південно-східній частині Руської платформи, в межах Острожської низовини. За фізико-географічними показниками промисловий майданчик ХАЕС знаходиться в зоні Західного Полісся. Зона експлуатації ХАЕС розташована у так званому Поліському типі Подільських ландшафтів, яким притаманні рівнинні форми та надмірне зволоження території. Основними водними артеріями цієї те-

риторії є річки Горинь, Вілія та Гнилий Ріг. Джерелом технічного водопостачання Хмельницької АЕС є р. Гнилий Ріг – правий приток р. Вілія, яка в свою чергу впадає в р. Горинь. Ріка Горинь – один з найбільших правих притоків р. Прип'ять, яка впадає в р. Дніпро. Водоймище-охолоджувач Хмельницької АЕС споруджено для охолодження циркуляційної води та розміщено в заплаві річок Горинь та Гнилий Ріг. Водосховище Хмельницької АЕС повністю акумулює стік р. Гнилий Ріг. Ділянка р. Горинь, що потрапила в 30-кілометрову зону АЕС, відноситься до верхньої течії річки.

Мета досліджень. Метою роботи було визначити сучасний санітарний стан р. Горинь в районі м. Славута і районі м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне при функціонуванні енергоблоків №1 і №2 Хмельницької АЕС.

Матеріали і методи. В роботі використані загально прийняті санітарно-хімічні, санітарно-мікробіологічні та статистичні методи досліджень. *Об'єкти* дослідження: вода р. Горинь в районі м. Славута, розташованому на відстані 14,2 км від ХАЕС; вода р. Горинь в районі м. Нетішин, розташованому на відстані 2,15 км від ХАЕС, та вода р. Хомора в районі м. Полонне, розташованому на відстані 63 км від ХАЕС (поза 30-кілометровою зоною АЕС, контроль). Спостереження за якісним складом води р. Горинь та р. Хомора

проводили протягом семи років з 2004 по 2010 рр.

Результати досліджень. Діапазон коливань рівнів органолептичних показників та показників забруднення і самоочищення водойм за середніми даними води р. Горинь в районах м. Славута, м. Нетішин, а також води р. Хомора в районі м. Полонне представлений в табл. 1. Якість води р. Горинь у районі м. Славута за окремими органолептич-

ними показниками (кольоровість, прозорість) за роки спостереження погіршились (табл. 1). Запах та колір був практично на одному рівні, проте кольоровість води зросла до 1,7 разів, а прозорість, навпаки, знизилась до 1,2 разів. Діапазон коливань показників органічного забруднення і самоочищення (БСК₅, БСК₂₀, ХСК, розчинний кисень, азот аміаку, нітриту, нітрати) води р. Горинь за середніми даними був досить широким.

Таблиця 1. Характеристика води р. Горинь в районах м. Славута і районі м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне за сім років спостереження (2004-2010 рр.) за органолептичними показниками та показниками забруднення і самоочищення водойм.

Показник	р. Горинь в м. Славута	р. Горинь в м. Нетішин	р. Хомора в м. Полонне
Запах, бал	0	1,0±0	1,5±0,08 - 2,0±0
Кольоровість, град.	25,7±0,2 - 43,0±1,5	29,6±0,6 - 110,1±3,7	-
Мутність, мг/дм ³	-	-	2,5±0,07 - 3,0±0,03
Прозорість, см	21,5±0,4 - 25,4±0,6	-	8,3±0,3 - 9,5±0,1
Завислі речовини, мг/дм ³	59,3±3,2 - 147,5±15,9	-	36,0±0,5 - 50,5±0,3
Розчинний кисень, мг/дм ³	7,5±0,5 - 9,6±0,3	3,9±0,2 - 10,0±0,4	4,9±0,4 - 10,0±0,01
БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	3,9±0,07 - 8,2±0,4	-	4,2±0,03 - 6,5±0,2
БСК ₂₀ , мг О ₂ /дм ³	5,2 - 10,9	1,8±0,29 - 5,6±0,39	5,6 - 8,7
ХСК, мг О ₂ /дм ³	12,4±0,7 - 29,6±2,9	12,0±0,3 - 22,0±0,3	12,6±1,0 - 19,0±0,5
Азот аміаку, мг/дм ³	0,23±0,01 - 0,77 0,08	0,04±0,003 - 0,68±0,02	0,04±0,002 - 0,47±0,08
Нітриту, мг/дм ³	0,02±0,0002 - 1,4±0,22	0,04±0,003 - 0,52±0,08	0,14±0,02 - 0,87±0,02
Нітрати, мг/дм ³	5,5±0,3 - 19,5±3,2	1,3±0,03 - 6,6±0,8	3,6±0,4 - 7,9±0,2

Річкова вода у зазначений період не мала запаху. Вміст завислих речовин у воді коливався від 59,3±3,2 до 147,5±15,9 мг/дм³. Кількість розчинного кисню була вища за рівень (7,5±0,5 - 9,6±0,3 мг/дм³), необхідний для нормального протікання процесів самоочищення (не нижче 4,0 мг/дм³). Діапазон коливань БСК₅ при середніх значеннях 3,9±0,07 - 8,2±0,4 мг/дм³ становив від 2,4 до 10,8 мг/дм³, максимальний рівень його зареєстрований у 2004 р. У динаміці за сім років спостереження величина БСК₅ мала тенденцію до зниження. Рівень БСК₂₀ досягав 10,9 мг/дм³ з перевищенням до 1,8 разів гігієнічного нормативу для поверхневих водойм II категорії водокористування, які використовуються для купання, спорту, відпочинку населення, а також для водойм в межах населених міст (нормативний рівень – 6,0 мг О₂/дм³). За середніми даними значення ХСК

коливалось у межах гігієнічного нормативу для води поверхневих водойм II категорії водокористування. А у 2006 р. рівень ХСК за середніми даними був на межі гігієнічного нормативу для водойм II категорії, але максимальне його значення (47,2 мг О₂/дм³) у 1,7 рази було більше за гігієнічний норматив (30 мг О₂/дм³). Коливання показників групи азоту (азот аміаку, нітриту, нітрати) були в межах гігієнічних нормативів та в 2,3-2,6 рази були нижчі за свої ГДК, що свідчило про відсутність фекального забруднення водойми. Отже, за сім років спостереження виявлено забруднення води р. Горинь органічними речовинами за показниками БСК₂₀ та ХСК.

В табл. 2 представлена характеристика води р. Горинь в районі м. Славута і районі м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне за роки спостереження з 2004 по

2010 рр. за показниками мінерального складу. За період спостереження активна реакція (рН) води р. Горинь в районі м. Славути за середніми даними коливалась від $6,0 \pm 0,1$ до $7,3$. У 2004 р. середнє значення рН у 1,1 рази було нижче нормативного рівня, а мінімальне значення знижалося до $5,3-5,4$, то б то ак-

тивна реакція води була зрушена в кислу сторону. Річкова вода мала середню жорсткість з коливаннями значень від $4,5 \pm 0,2$ до $5,6 \pm 0,1$ мг-екв./дм³. Показники мінералізації (сухий залишок, хлориди, сульфати) за середніми даними протягом семи років спостереження мали значні коливання.

Таблиця 2. Характеристика води р. Горинь в районах м. Славути і м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне за сім років спостереження (2004-2010 рр.) за показниками мінерального складу води.

Показник	р. Горинь в м. Славути	р. Горинь в м. Нетішин	р. Хомора в м. Полонне
рН	$6,0 \pm 0,1 - 7,3$	$7,6 \pm 0,4 - 8,1 \pm 0,03$	$7,1 \pm 0,05 - 7,5 \pm 0,6$
Загальна жорсткість, мг-екв./дм ³	$4,5 \pm 0,2 - 5,6 \pm 0,1$	-	$3,8 \pm 0,1 - 4,8 \pm 0,04$
Лужність, мг-екв./дм ³	-	$3,1 \pm 0,03 - 4,9 \pm 0,06$	$3,12 \pm 0,2 - 4,2 \pm 0,03$
Сухий залишок, мг/дм ³	$121,0 \pm 3,8 - 499,5 \pm 63,8$	-	$415,0 \pm 17,5 - 525,0 \pm 5,8$
Хлориди, мг/дм ³	$17,8 \pm 0,4 - 32,2 \pm 0,6$	$5,3 \pm 0,5 - 23,3 \pm 0,6$	$25,0 \pm 0,5 - 51,0 \pm 0,5$
Сульфати, мг/дм ³	$36,1 \pm 1,8 - 63,5 \pm 5,2$	$13,0 \pm 2,2 - 90,0 \pm 3,7$	$43,0 \pm 0,8 - 61,0 \pm 0,4$
Загальне залізо, мг/дм ³	$0,10 \pm 0,01 - 0,78 \pm 0$	-	$0,15 \pm 0,008 - 0,23 \pm 0,004$
Мідь, мг/дм ³	$0,09 \pm 0 - 0,18 \pm 0,002$	-	-
СПАР, мг/дм ³	$0,062 \pm 0,001 - 0,454 \pm 0,068$	-	-
Нафтопродукти, мг/дм ³	-	$0,003 \pm 0,0002 - 0,3 \pm 0$	-

Так величина сухого залишку у 2005 р. різко збільшилась (у 4,1 рази) відносно рівня 2004 р. і далі в динаміці за роками мала більш стабільний склад ($261,4 - 391,5$ мг/дм³). Вміст хлоридів мав тенденцію до збільшення та коливався від $17,8 \pm 0,4$ до $32,2 \pm 0,6$ мг/дм³ і на порядок був менший за ГДК. Найбільший вміст хлоридів зареєстрований у 2005 та 2010 рр. Кількість сульфатів у річковій воді коливалась від $36,1 \pm 1,8$ до $63,5 \pm 5,2$ мг/дм³, при чому в 2005 р. їх вміст збільшився у 1,8 разів, в наступному році він зменшився до 1,5 разів та далі відмічено його поступове збільшення, що свідчить про накопичення сульфатів у річковій воді.

Вміст у воді р. Горинь в районі м. Славути загального заліза у динаміці коливався від $0,10 \pm 0,001$ до $0,78 \pm 0$ та був більший за ГДК у 1,3-2,6 рази (максимальна концентрація – 2,6 ГДК). Нормативний рівень загального заліза визначався тільки у 2007 і 2009 роках. Крім того, зареєстровано збільшення вмісту міді та СПАР у воді р. Горинь в динаміці, проте в межах гігієнічних нормативів.

Таким чином, за 7 років спостереження (2004-2010 рр.) вода р. Горинь в районі м. Славути за більшістю показників мала стабільний склад з коливаннями в межах ГДК. Проте виявлено забруднення річкової води органічними речовинами за показниками БСК₂₀, ХСК та загальним залізом (до 2,6 ГДК). Рівень БСК₂₀ в цей період перевищував до 1,8 разів гігієнічний норматив для водойм II категорії водокористування. Максимальна величина ХСК в період спостереження перевищувала допустимий рівень до 1,7 разів для водойм II категорії. Було зареєстровано епізодичне зрушення активної реакції води (рН) в кислу сторону ($5,3-5,4$), а також накопичення сульфатів у річковій воді. У динаміці відмічено погіршення якості води водойми за органолептичними властивостями та показниками органічного забруднення і самоочищення. Зміна якості річкової води ймовірно пов'язана із скидом у р. Горинь недостатньо очищених промислових та господарсько-побутових стічних вод міст Шепетівка, Ізяслав та Славути. Згідно гігієнічної класифікації водних об'єктів за ступенем забруднення воду р. Горинь в районі м. Славу-

ти за більшістю санітарно-гігієнічних показників можна віднести до помірного ступеню забруднення, індекс забруднення води становить 1.

Показники якості води р. Горинь в районі м. Нетішин (табл. 1) за роки спостереження (2004-2010 рр.) за показником — запах (середні дані) мала постійний рівень $1,0 \pm 0$ бал, проте значення кольоровості значно коливались від $29,6 \pm 0,6$ до $110,1 \pm 3,7$ град. При цьому до 2008 р. спостерігалось тенденція до зниження рівня кольоровості до 1,8 разів, а в наступному році відбулось різке збільшення кольоровості до 3,7 разів з подальшим її зниженням. Це, скоріш за все, пов'язане з природними явищами, поверхня водозбору у верхній частині басейну є сильно розчленованою річковими долинами та балками, що збільшує можливість змивів з поверхні землі. Крім того, на окремих ділянках заплава р. Горинь є болотистою, багатою гуміновими речовинами, що може бути однією з причин підвищення кольоровості річкової води.

Концентрація розчинного кисню у воді р. Горинь в районі м. Нетішин за середніми даними коливалась від $3,9 \pm 0,2$ до $10,0 \pm 0,4$ мг/дм³. Діапазон коливання його у воді водойми з 2004 по 2008 роки становив $7,0 \pm 0,3$ - $10,0 \pm 0,4$ мг/дм³, у 2009 р. вміст розчинного кисню знизився до 2,2 разів, а у 2010 р. він був на рівні ГДК та менше його (гігієнічний норматив — не менше $4,0$ мг/дм³). Мінімальна кількість розчинного кисню відмічена в 2009 р. ($0,77$ мг/дм³) і 2010 р. ($1,1$ мг/дм³), що відповідно нижче регламентованого рівня у 5,2 і 3,6 разів та є критичним для водної флори, фауни та риб. Такий низький вміст розчинного кисню у воді є ознакою гальмування процесів самоочищення у водоймі. В той же час низький вміст розчинного кисню був виявлений у водоймищі-охолоджувачі Хмельницької АЕС, мінімальні значення становили $0,5$ - $0,96$ мг/дм³. Водообмін між водою р. Горинь та водоймищем-охолоджувачем спричинив втрату розчинного кисню та гальмування самоочищення.

Величина таких показників органічного забруднення і самоочищення води, як біохімічне та хімічне споживання кисню (БСК₂₀, ХСК), у динаміці показали, що за се-

редніми даними їх рівні коливались у межах гігієнічних нормативів для водойм II категорії водокористування. Проте максимальні значення БСК₂₀ досягали $6,1$ - $8,9$ мг/дм³ (перевищення нормативу до 1,5 разів), максимальні значення ХСК протягом спостереження були постійними і становили $20,0$ - $24,0$ мг/дм³, що свідчить про накопичення у поверхневій водоймі органічного забруднення. Показники групи азоту (азот аміаку, нітриту, нітрату) свідчили про відсутність фекального забруднення річкової води в районі м. Нетішин. Максимальні значення цих показників були на 1-2 порядки нижчі за свої гігієнічні нормативи.

Протягом періоду спостереження якість води р. Горинь в районі м. Нетішин за показниками мінерального складу (табл. 2) у динаміці мала близький склад. Активна реакція (рН) води була в межах гігієнічного нормативу, проте мала незначне зрушення у лужну сторону. Максимальний рівень рН в ці роки становив 8,5. Величина лужності була невеликою, на рівні $3,1 \pm 0,03$ - $4,9 \pm 0,06$ мг-екв./дм³. Показники мінерального складу (хлориди, сульфати) річкової води мали низькі значення, суттєво нижчі за свої ГДК (відповідно $350,0$ мг/дм³ та $500,0$ мг/дм³). Діапазон коливання вмісту хлоридів становив від $5,3 \pm 0,5$ до $19,8 \pm 0,3$ мг/дм³, сульфатів від $13,0 \pm 2,2$ до $90,0 \pm 3,7$ мг/дм³, але виявлена тенденція до їх збільшення у воді водойми, що свідчить про накопичення забруднення мінерального походження. Вміст нафтопродуктів у воді р. Горинь у 2004 і 2005 рр. був суттєво нижчий за рівень ГДК ($0,3$ мг/дм³). У 2006-2008 рр. нафтопродукти визначались на рівні ГДК та з 2009 р. величина їх знизилась до $< 0,01 \pm 0$ мг/дм³.

Таким чином, вода р. Горинь в районі м. Нетішин у динаміці з 2004 р. по 2010 р. за органолептичними властивостями, мінеральним складом та показниками органічного забруднення і самоочищення мала близький склад, проте за рівнем кольоровості та окремими показниками мінерального складу (рН, сульфати та хлориди) відзначалась незначна тенденція до їх збільшення в межах ГДК. Перевищення гігієнічного нормативу за БСК₂₀ (максимальна величина) до 1,5 разів свідчило про накопичення органічного забруднення у воді р. Горинь. Вміст розчинно-

го кисню у воді річки періодами знижувалась до катастрофічних рівнів ($0,77-1,1$ мг/дм³), що викликає гальмування процесів самоочищення та замор риби. Вода р. Горинь за гігієнічною класифікацією водних об'єктів за величиною БСК₂₀ та вмісту розчинного кисню має помірний ступінь забруднення, за іншими санітарно-хімічними показниками – допустимий рівень забруднення. Індекс забруднення р. Горинь в районі м. Нетішин становить 1. Епізодично, при вмісті розчинного кисню $0,77-1,1$ мг/дм³, річкову воду можна віднести до надзвичайно високого ступеню забруднення з індексом забруднення 3.

Р. Хомора є притокою р. Горинь, протікає поза 30-кілометрової зони ХАЕС та в даному дослідженні використовується як контроль. Р. Хомора є джерелом централізованого питного водопостачання населення м. Полонне. Загальна характеристика води р. Хомора в районі м. Полонне в період спостереження 2004-2010 рр. за санітарно-гігієнічними показниками представлена в табл. 1 і 2. Рівень запаху річкової води протягом спостереження коливався незначно та за середніми даними був на межі гігієнічного нормативу ($1,5\pm 0,08 - 2,0\pm 0$ бали), максимальний рівень запаху (3 бали) визначались у 2005-2007 рр. Мутність природної води була невеликою і становила $2,5\pm 0,07 - 3,0\pm 0,03$ мг/дм³, проте прозорість була замалою ($8,3\pm 0,3 - 9,5\pm 0,1$ см) як для водойм I категорії водокористування, так і для водойм II категорії. Діапазон коливань вмісту завислих речовин становив від $36,0\pm 0,5$ до $50,5\pm 0,3$ мг/дм³.

Середні значення вмісту розчинного кисню було вище гігієнічного нормативу ($4,9\pm 0,04 - 10,0\pm 0,01$ мг/дм³). Але мінімальні його концентрації у 2007-2008 рр. склали $2,5-3,8$ мг/дм³, що до 1,6 разів нижче за необхідний рівень, що свідчить про значне забруднення водойми та застій води, що може викликати порушення природних процесів самоочищення і загибель риби та інших видів фауни. У період спостереження величина БСК₅ за середніми даними становила $4,2\pm 0,03 - 6,5\pm 0,2$ мг О₂/дм³, а БСК₂₀ – $5,6-8,7$ мг О₂/дм³, що у 1,9-2,9 разів перевищує гігієнічний норматив ($3,0$ мг О₂/дм³) для води водойм I категорії водокористування (для

централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, водопостачання харчових підприємств) та свідчив про наявність органічного забруднення води р. Хомора. Підтвердженням цього є величина ХСК, діапазон коливань якої становив від $12,3\pm 1,0$ до $19,0\pm 0,5$ мг О₂/дм³ з перевищенням гігієнічного нормативу до 1,3 разів. Вміст показників групи азоту (азот аміаку, нітриту, нітрату) були суттєво нижчі за свої ГДК, що свідчить про відсутність фекального забруднення.

За показниками мінерального складу вода р. Хомора в районі м. Полонне мала постійний склад з невеликим діапазоном коливань в межах гігієнічних нормативів. Активна реакція води була нейтральною ($7,1-7,5$) та мала середню жорсткість ($3,8\pm 0,1 - 4,8\pm 0,04$ мг-екв./дм³), лужність коливалась від $3,1\pm 0,2$ до $4,2\pm 0,03$ мг-екв./дм³. Сухий залишок визначався на рівні до $525,0\pm 5,8$, хлориди – до $51,0\pm 0,5$, сульфати – $61,0\pm 0,4$. Вміст загального заліза становив $0,15\pm 0,008 - 0,23\pm 0,004$ мг/дм³, при цьому в динаміці за роками відзначена тенденція до його збільшення у річковій воді (до 1,5 разів) в межах ГДК.

Якість води р. Хомора протягом семи років спостереження визначали в трьох точках: 1000 м вище водозабору, на міському пляжі та 500 м нижче від скиду стічних вод. Якість води р. Хомора в точці на 1000 м вище водозабору за середніми даними мала таку характеристику: запах не перевищував гігієнічний норматив (2 бали), проте в 2006 та 2007 рр. максимальний рівень запаху досягав 3,0 балів. Прозорість води була низькою, а активна реакція води – нейтральною ($7,2-7,3$). Розчинний кисень містився у воді у достатній кількості, проте у 2007 і 2008 рр. концентрація його знизилась відповідно у 1,9 та 1,7 рази і становила 2,8 та 3,3 мг/дм³, що до 1,4 разів нижче за мінімальний рівень для поверхневих водойм. Рівень БСК₅ у період спостереження мав незначні коливання від $4,8\pm 0,07$ до $6,0\pm 0,2$ мг О₂/дм³, за БСК₂₀ величина біохімічного споживання кисню становило $6,4-8,0$ мг О₂/дм³, що від 1,6 до 2,7 разів перевищувало допустимий рівень для водойм I категорії водокористування. За показником ХСК також виявлено забруднення річкової води органічними речовинами (пере-

вищення гігієнічного нормативу до 1,2 разів). Отже за показниками органічного забруднення і самоочищення протягом семи років спостереження виявлено забруднення органічними речовинами.

Характеристика води р. Хомора у місці розташування міського пляжу за сім років спостереження за середніми даними була такою: малий рівень прозорості ($8,3 \pm 0,3$ - $9,5 \pm 0,1$ см), запах складав до $2,02 \pm 0,21$ балів з відхиленнями від нормативу до 3,0 балів. РН води була нейтральною ($7,1 \pm 0,05$ - $7,5 \pm 0,6$). Вміст у воді розчинного кисню був достатнім для протікання процесів самоочищення, але у 2007-2008 рр. його концентрація знизилась до $5,3 \pm 0,5$ та $5,8 \pm 0,2$ мг/дм³, відповідно, а мінімальний рівень його був недостатнім та становив $2,5$ мг/дм³ при необхідному рівні не менше $4,0$ мг/дм³, що суттєво гальмує природні процеси самоочищення води. Рівні БСК₂₀ і ХСК показали наявність органічного забруднення в воді р. Хомора в районі міського пляжу. Середні значення БСК₅ коливалась від $4,6 \pm 0,08$ до $6,4 \pm 0,06$ мг О₂/дм³, за БСК₂₀ – відповідно $6,1$ та $8,5$ мг О₂/дм³ з перевищенням нормативного рівня для води водойм І категорії водокористування до 2,8 разів. Максимальне значення БСК₂₀ становило $9,5$ мг О₂/дм³, що в 3,2 рази перевищувало гігієнічний норматив. Величина хімічного споживання кисню (ХСК) також перевищувала нормативний рівень до 1,2 разів, максимальний його рівень був більший гігієнічного нормативу до 1,4 рази, що пов'язано з функціональним призначенням міського пляжу.

Вода у місці на 500 м нижче скиду господарсько-побутових стічних вод протягом спостереження мала таку характеристику: запах – в межах гігієнічного нормативу ($1,5 \pm 0,08$ балів), прозорість води – низька, до 8,0 см. Активна реакція річкової води була нейтральною ($7,1 \pm 0,02$ - $7,4 \pm 0,04$). Вміст розчинного кисню в основному був достатній, проте у 2007 р. його мінімальний рівень складав $3,3$ мг/дм³, що 1,2 рази нижче за нормативний рівень ($4,0$ мг/дм³). Величина БСК₅ води нижче місця скиду стічних вод становила $5,0 \pm 0,1$ – $6,5 \pm 0,2$ мг О₂/дм³, за БСК₂₀ – $6,7$ - $8,7$ мг О₂/дм³, максимальна величина БСК₂₀ зареєстрована у 2004 р. на рівні $10,0$ мг О₂/дм³ (перевищення у 3,3 рази),

проте у динаміці протягом спостереження величина біохімічного споживання кисню знизилась у 1,3 рази. Рівень ХСК коливався від $12,6 \pm 1,0$ мг О₂/дм³ до $19,0 \pm 0,5$ мг О₂/дм³. Перевищення ХСК відносно нормативної величини було до 1,3 разів. Ці дослідження показали значне органічне антропогенне забруднення води р. Хомора, пов'язане зі скидом господарсько-побутових стічних вод м. Полонне.

За показниками мінерального складу вода р. Хомора у в трьох точках (1000 м вище водозабору, на міському пляжі та 500 м нижче від скиду стічних вод) мала постійний склад та середню жорсткість. Рівні сухого залишку, хлоридів та сульфатів незначно коливались в межах гігієнічних нормативів і були значно нижчі за них.

Отже, якість води у р. Хомора в районі м. Полонне за семирічний період спостереження майже не змінилась, рівень санітарно-хімічних показників був в межах гігієнічних нормативів для води водойм І категорії водокористування, окрім БСК₂₀ та ХСК. Їх рівні відповідно до 2,9 та 1,3 разів перевищували гігієнічні нормативи для водойм І категорії водокористування, що свідчить про наявність органічного забруднення антропогенного походження. Середній вміст розчинного кисню у річковій воді був вище гігієнічного нормативу ($4,9 \pm 0,04$ – $10,0 \pm 0,01$ мг/дм³). Але мінімальні його концентрації у 2007-2008 рр. до 1,6 разів нижче ($2,5$ - $3,8$ мг/дм³) за нормативний рівень ($4,0$ мг/дм³), що може викликати гальмування природних процесів самоочищення і загибель риби та інших видів фауни. Вода р. Хомора в районі м. Полонне згідно гігієнічної класифікації водних об'єктів має помірний рівень забруднення з індексом забруднення 1. Епізодично за вмістом розчинного кисню та рівнем БСК₂₀ вода р. Хомора має високий ступінь забруднення з індексом забруднення – 2.

Порівнюючи санітарний стан р. Горинь в районах м. Славути і м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне протягом періоду спостереження (2004-2010 рр.) за органолептичними показниками (запах, прозорість), видно, що якість річкової води в м. Полонне була найгіршою. Так, середні дані рівня запаху в м. Полонне становили $1,5 \pm 0,08$ - $2,0 \pm 0$ бали з максимальним зна-

ченням до 3 балів, а у містах Славута і Нетішин – відповідно 0 та $1,0 \pm 0$ бали. Прозорість води р. Хомора була нижча нормативної для водойм I і II категорії водокористування та до 2,7 разів менша, ніж у м. Славута. За показниками органічного забруднення і самоочищення (розчинний кисень, БСК₂₀, ХСК) у воді р. Горинь та р. Хомора зареєстрована наявність органічного забруднення. За середніми даними вміст у воді водойм розчинного кисню був найменший у м. Нетішин, хоча максимальний рівень середнього вмісту у трьох містах був практично на одному рівні ($9,6 \pm 0,3$ - $10,0 \pm 0,01$ мг/дм³). Зниження концентрації розчинного кисню в воді р. Горинь у м. Нетішин до критичного рівня за мінімальними концентраціями у 2009 і 2010 рр. ($0,77$ - $1,1$ мг/дм³) пов'язаний з функціональним призначенням водоймища-охолоджувача ХАЕС, який використовує великий об'єм води для охолодження циркуляційної води АЕС. В той же час з вмістом розчинного кисню у воді р. Хомора в м. Полонне відбувались подібні явища, у 2007 і 2008 рр. мінімальний вміст його становив $2,5$ - $3,8$ мг/дм³, що, скоріш за все, пов'язано з природними явищами та антропогенним забрудненням річки.

Найбільш високий рівень забруднення органічними легкоокислюваними речовинами за БСК₂₀ визначався у м. Славута (до $10,9$ мг О₂/дм³), середній – у м. Полонне (до $8,7$ мг О₂/дм³) та найменший – у м. Нетішин (до $5,6$ мг О₂/дм³). Величина ХПК, що характеризує вміст важкоокислюваних органічних речовин у водоймі, у воді двох річок в містах Славута, Нетішин і Полонне мала близькі значення, відповідно $12,4 \pm 0,7$ - $29,6 \pm 2,9$ мг О₂/дм³, $12,0 \pm 0,3$ - $22,0 \pm 0,3$ мг О₂/дм³ і $12,6 \pm 1,0$ - $19,0 \pm 0,5$ мг О₂/дм³. Найменший вміст органічного забруднення виявлений у воді Хомора в м. Полонне, найбільший – у воді р. Горинь в м. Славута. Проте р. Горинь відноситься до поверхневої водойми II категорії водокористування, що використовується для купання, спорту та відпочинку населення, а р. Хомора є джерелом господарсько-питного водопостачання населення м. Полонне з більш жорсткими вимогами до якості природної води. Вміст азоту аміаку, нітритів і нітратів у воді річок Горинь та Хомора суттєво нижче своїх ГДК (на два-три порядки).

За показниками мінерального складу води річок, що досліджувались, рівні цих показників коливались в межах гігієнічних нормативів, за виключенням загального заліза в воді р. Горинь в м. Славута. Порівняння показників, що характеризують мінеральний склад води, показали, що якість води за цими показниками суттєво не відрізнялась. Активна реакція води р. Горинь в межах м. Славута мала тенденція до зрушення у кислу сторону ($6,0 \pm 0,1$ - $7,3$) за рахунок заболочених ділянок ріки, що багаті на гумінові речовини. У м. Нетішин рН води р. Горинь, навпаки, мала тенденцію до зрушення у лужну сторону ($7,6 \pm 0,4$ - $8,1 \pm 0,03$) з максимальним $8,5$, що свідчить про наявність забруднення стічними водами. На відміну від активної реакції води р. Горинь із зрушенням рН від слабо кислих до слабо лужних вода р. Хомора в м. Полонне мала нейтральну рН ($7,1 \pm 0,05$ - $7,5 \pm 0,6$). Відмічено, що рівень сухого залишку р. Горинь був менш стабільний з коливанням значень до 4,1 рази та становив $121 \pm 3,8$ - $499,5 \pm 63,8$ мг/дм³ у порівнянні з р. Хомора, де сухий залишок складав $415,0 \pm 17,5$ - $525,0 \pm 5,8$ мг/дм³ (коливання значень до 1,3 разів). Найбільш нестабільний рівень за показниками хлориди та сульфати виявлений у річковій воді р. Горинь в районі м. Нетішин (хлориди – $5,3 \pm 0,5$ - $23,3 \pm 0,6$ мг/дм³; сульфати – $13,0 \pm 2,2$ - $90,0 \pm 3,7$ мг/дм³) на відміну від води р. Горинь в м. Славута і р. Хомора в м. Полонне, що пов'язано з водообміном з водоймищем-накопичувачем ХАЕС. Для води р. Горинь в районі м. Славута характерний наднормативний вміст загального заліза (до 2,6 ГДК), для води р. Хомора кількість його протягом спостереження знаходилась у межах ГДК ($0,154 \pm 0,008$ - $0,23 \pm 0,004$ мг/дм³).

Згідно гігієнічної класифікації водних об'єктів за ступенем забруднення вода р. Горинь в районах м. Славута і м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне має помірний ступінь забруднення з індексом забруднення 1. Проте епізодично за вмістом розчинного кисню воду р. Хомора можна віднести до високого ступеню забруднення з індексом забруднення – 2; воду р. Горинь в районі м. Нетішин – до надзвичайно високого ступеню забруднення з індексом забруднення 3.

За санітарно-мікробіологічними показниками у 2009 і 2010 рр. діапазон коливань індексу ЛКП у воді р. Горинь та р. Хомора становив від < 300 до 110000 КУО/дм³. При цьому у воді виявлені патогенні мікроорганізми (*E. Coli*), їх вміст коливався від 0 до 360 КУО/дм³. У 2010 р. 12,1% зразків води, що досліджувались, мали відхилення від гігієнічних нормативів за бактеріологічними показниками. За гігієнічною класифікацією водних об'єктів (СанПиН 4630-88) забруднення води цих об'єктів за індексом ЛКП є помірним.

На формування мікрофлори поверхневих водойм впливають клімато-географічні умови, солоність, температура води, вміст розчинного кисню та інші чин-

ники [2,3]. Довгострокові дослідження показали наявність у воді р. Горинь та р. Хомора органічного та бактеріального забруднення. При підвищеній температурі води в заплаві р. Горинь, куди потрапляють підігріті води ХАЕС, термін виживання патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів збільшується. При наявності у воді заплави р. Горинь *E. coli* в умовах підвищеної температури води, органічного забруднення та гальмування процесів самоочищення не можливо виключити загрозу виникнення ешерихіозів та інших гострих кишкових захворювань у населення, яке проживає на прилеглий до ХАЕС території, особливо, коли населення використовує ці водойми з метою відпочинку, купання та спорту.

Висновки

Проведені дослідження показали, що вода р. Горинь в районах м. Славути і м. Нетішин, а також вода р. Хомора в районі м. Полонне забруднені органічними речовинами природного та антропогенного походження. Це епізодично приводить до зниження розчинного кисню (м. Нетішин – 0,77 мг/дм³, м. Полонне – 2,8 мг/дм³) до критичних рівнів для водної флори і фауни, особливо риб, викликає їх загибель та спричиняє гальмування природних процесів самоочищення. Забруднення р. Хомора органічними речовинами є більш вагомим, враховуючи, що ріка є джерелом централізованого господарсько-питного водопостачання населення м. Полонне.

Згідно гігієнічної класифікації водних об'єктів за ступенем забруднення вода р. Горинь в районах м. Славути і м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне за санітарно-хімічними і санітарно-бактеріологічними показниками має помірний ступінь забруднення з індексом забруднення 1. Проте епізодично за вмістом розчинного кисню вода р. Хомора може бути віднесена до високого ступеню забруднення з індексом 2, а воду р. Горинь в м. Нетішин – до надзвичайно високого ступеню забруднення з індексом 3.

У погіршенні санітарного стану р. Горинь в районах м. Славути і м. Нетішин та р. Хомора в районі м. Полонне головну роль відіграють природні явища в водозбірних басейнах річок, а також забруднення їх води в результаті сільськогосподарської діяльності і скиду недостатньо очищених промислових і господарсько-побутових стічних вод міст та населених пунктів прилеглої до ХАЕС території.

При наявності у воді заплави р. Горинь *E. coli* в умовах надходження туди підігрітої води, органічного забруднення та гальмування процесів самоочищення не можливо виключити загрозу виникнення ешерихіозів та інших гострих кишкових захворювань у населення, яке проживає на прилеглий до водоймища-охолоджувача ХАЕС території, особливо, коли населення використовує ці водойми з метою відпочинку, купання та спорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Корнилович Б.Ю. Защита водного бассейна от радиоактивных загрязнений //Химия и технология воды, 1998. - №1, Т. 20. - С. 70-75.
2. Вплив водосховищ-охолоджувачів на екологію регіонів /В.І. Задороржна, В.І. Бондаренко, С.І. Доан та інш. //Вода і водоочисні технології, 2003. - №1 (5). - С. 27-30.
3. Локальні водоймища – об'єкти підвищеного ризику інфікування кишковими інфекціями /В.І. Бондаренко, В.І. Задороржна Н.Л. Зубкова та інш. //Вода і водоочисні технології, 2003. - №1 (5). - С. 31-33.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЁМОВ В ЗОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ХМЕЛЬНИЦКОЙ АЭС

Станкевич В.В., Тарабарова С.Б.

В работе представлены результаты исследований качества воды р. Горынь в районах городов Славута и Нетишин (30-километровая зона Хмельницкой АЭС), воды р. Хомора в районе г. Полонне (контроль) Хмельницкой области. Проведенные исследования показали, что вода р. Горынь и р. Хомора загрязнены органическими веществами природного и антропогенного происхождения. Это эпизодически приводит к снижению растворенного кислорода в воде до критических уровней для водной флоры и фауны, особенно рыб, вызывает их гибель, а также торможение природных процессов самоочищения. В ухудшении санитарного состояния исследуемых рек главную роль играют природные явления в водосборных бассейнах рек, а также загрязнение их в результате сброса недостаточно очищенных промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. При наличии в воде поймы р. Горынь патогенных микроорганизмов и в условиях поступления туда подогретой воды, присутствия органического загрязнения и торможения процессов самоочищения нельзя исключить угрозу возникновения острых кишечных заболеваний у населения, которое проживает на прилегающей к ХАЭС территории.

HYGIENIC ASSESSMENT OF SANITARY STATE OF SURFACE WATER BASINS IN A ZONE OF THE PLACEMENT OF THE KHMELNITSKI NPP

Stankevich V.V., Tarabarova S.B.

The results of the study of the quality of the water from the river Goryn in the region of the cities Slavuta and Netishin (30-kilometer zone of the Khmelnytskyi NPP), water of the river Khomora in the region of the city Polonne (control), Khmelnytskyi region are presented in the article. Performed study showed that water in the rivers Goryn and Khomora was contaminated with the organic substances of natural and anthropogenic origin. It led episodically to a decrease of dissolved oxygen in water to the critical levels for water flora and fauna, especially fishes, caused their death and retardation of natural processes of self-purification. Natural occurrences in the water of the river catchment area basins and their contamination due to the release of the insufficiently purified industrial and residential waste water play a main role in the deterioration of sanitary state of studied rivers. There is no way to exclude a danger of the beginning of acute intestinal infections among population, living at the territories adjoining to the territory of the Khmelnytskyi NPP, in the presence of the pathogen microorganisms in the water of the flood-lands of the river Goryn and under condition of warmed water ingress, organic contamination and retardation of self-purification processes.

УДК: 614.777

ВПЛИВ СТЕАРАТУ НАТРІЮ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

Лотоцька О.В.

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського»

Актуальність. Найнебезпечнішими складовими для людини є синтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР). Найагресивніші з них – аніонні ПАР (А-ПАР). Вони викликають порушення імунітету, алергію, ураження мозку, печінки, нирок, легенів.

Найгіршим є те, що ПАР можуть накопичуватися в організмі [1,2]. При попаданні в природну і питну воду вони погіршують її органолептичні показники – вода набуває неприємного запаху і смаку, що пояснюється не стільки присутністю самих речовин, а