

ГІГІЄНА ҐРУНТУ ТА ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ

УДК 614.3:622.31; 614.71:504.06:616-084

АКТУАЛЬНІ САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЩОДО ВПЛИВУ СКИДІВ ВИРОБНИЧИХ ВОД ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ АЕС НА ДОВКІЛЛЯ

Станкевич В.В., Тарабарова С.Б.

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

Питанню впливу скиду підігрітих вод атомних електростанцій на температурний та хімічний склад поверхневих водойм, що їх приймають, у всьому світі, в т.ч. і в Україні, приділяється велика увага. Відомо, що атомні електростанції для охолодження технологічної води в оборотній системі водопостачання використовують поверхневі водойми. Щорічно підігріті води, що скидаються з атомних електростанцій, вносять зміни у режими поверхневих водойм, які використовуються як охолоджувачі, змінюючи їх санітарний стан, екологічні умови та біологічний режим. Особливо значним змінам підпадає температурний режим цих водойм: температура води в зонах, де спостерігається постійний підігрів, і влітку, і взимку мають температуру води вищу за температуру природних водойм відповідного району [1-4].

Програмою розвитку енергетики в Україні передбачено спорудження енергоблоків №3 і №4 Хмельницької АЕС (ХАЕС). Проте при експлуатації енергоблоків №1 і №2 ХАЕС сьогодні вже виявлені зміни якості води водоймища-охолоджувача (ВО), а саме: підвищення теплового та сольового навантаження на нього, що, в свою чергу, викликало зміну хімічного складу води в ВО. При роботі чотирьох енергоблоків вплив на водне середовище збільшиться і ці зміни в якості води водоймища-охолоджувача при скидах у поверхневі водойми, у свою чергу, викличуть неминучі зміни якісних показників природної води, що і обумовлює актуальність цієї роботи. Спорудження енергоблоків №3 і №4 ХАЕС ставлять багато нових питань, які необхідно вирішувати вже на етапі проектування.

Метою роботи було визначити сучасний санітарний стан водоймища-охолоджувача та річок в районі розташування Хмельницької АЕС та науково обґрунтувати вплив проєктованих енергоблоків №3 і №4 ХАЕС на водне середовище цього регіону.

Результати досліджень. Гігієнічний аналіз санітарного стану водного середовища при проєктуванні енергоблоків №3 і №4 Хмельницької АЕС був проведений за матеріалами «Техніко-економічного обґрунтування спорудження енергоблоків №3 і №4 Хмельницької АЕС». Джерелом технічного водопостачання енергоблоків №№1-4 Хмельницької АЕС є річки Гнилий Ріг та Горинь. Найбільш багатоводною р. Горинь буває весною, коли по річці проходить 42-54% річного стоку, влітку та восени – 31-39%, взимку – 15-21%. Найбільшим водосховищем на річці є водоймище-охолоджувач (ВО) Хмельницької АЕС. Земляна гребля ВО повністю акумулює стік р. Гнилий Ріг. При нормальному підпорному рівні (203,0 м) повний об'єм ВО становить 120 млн. м³, корисний – 80 млн. м³, площа водного дзеркала – 20,0 км². У системі гідротехнічних споруд ХАЕС є насосна станція підживлення відповідальних споживачів загальною потужністю (для чотирьох блоків) 0,3 м³/с. Вода забирається із водосховища в заплаві р. Горинь для поповнення системи оборотного водопостачання. Після створення водоймища-охолоджувача періодично здійснюється його підпитка та спрацювання. З поверхні ВО випаровується велика кількість води, частково втрати на випаровування компенсуються атмосферними опадами.

При складанні водогосподарських балансів (ВГБ) ступінь надійності повного задоволення потреб у воді визначаються нормативом розрахункової забезпеченості. При цьому в роки 95% водозабезпеченості повинні повністю задовольнятися потреби на господарсько-питне водопостачання населення, атомної енергетики та зберігатись санітарно-екологічні витрати уздовж річки. Водоймище-охолоджувач Хмельницької АЕС – водойма багаторічного регулювання, наповнюється стоком р. Гнилий Ріг з підкачкою води з р. Горинь у весняний період (березень-квітень). У витратній частині ВГБ враховані потреби у воді усіх областей економіки: промисловості, комунального і сільськогосподарств, втрати на випаровування з площ водних дзеркал ставків та водосховищ, а також санітарно-екологічні витрати ($6 \text{ м}^3/\text{с}$).

Сумарні прогнозні ресурси підземних вод на визначеній частині басейну р. Горинь оцінені в кількості 907,7 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$. Головна їх частина знаходиться у Волино-Подільському артезіанському басейні (99%) та пов'язана з верхньокрейдяним та верхньопротерозойським комплексами – 429,9 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$ або 47% прогнозних ресурсів регіону. Головним джерелом формування запасів підземних вод є природні ресурси, визначені за величиною середньорічних витрат річного стоку 95% забезпеченості (доля їх складає 99-100%). Найбільшими споживачами підземних вод є такі населені пункти: м. Рівне – 24,1 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$ (Гоцанський водозабір – 10,05 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$ та Бабинський водозабір – 2,25 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$) та м. Нетішин – 5,3 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$. На перспективу 2015 і 2020 рр. передбачається відбір відповідно 81,0 і 109,0 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$. Підземні води в системі технічного водопостачання ХАЕС не використовуються.

В структурі повного водоспоживання в зоні ХАЕС головне місце належить промисловості, а саме енергетиці (68-65%), комунальному господарству (20-13%), сільському господарству та використанню води на інші потреби. У водогосподарських балансах прийнято невраховане водоспоживання в розмірі 10% від потреб промисловості та комунального господарства. У структурі незворотного водоспоживання в зоні ХАЕС

доля промисловості становить 72-67% та комунального господарства – 15-9%. На території, прилеглої до ХАЕС, розташовані 394 штучних водойми, площа дзеркал яких становить $60,83 \text{ км}^2$; нижче зони – 321 штучних водойм з площею дзеркал – $34,67 \text{ км}^2$. Водоймище-охолоджувач Хмельницької АЕС має велику площу водного дзеркала ($20,0 \text{ км}^2$). Тому і величина втрат на випаровування з площі дзеркала водоймища-охолоджувача ХАЕС є суттєвою та створює підвищену вологість повітря в зоні атомної станції та м. Нетішин. Це є результатом втрат на випаровування, що складається з природного та додаткового випаровування, пов'язаного з підвищеною температурою активної зони водосховища, куди впадає вода після охолодження агрегатів атомної станції. Введення в експлуатацію енергоблоків №3 та №4 ХАЕС призведе до прогнозованого збільшення об'ємів скиду підігрітої води у ВО та додаткового випаровування.

Тепловий вплив ХАЕС на повітряне середовище здійснюється головним чином шляхом переходу в приземні шари атмосфери надлишкового тепла охолоджувальної води при її випаровуванні та частково за рахунок конвектованої тепловіддачі на межі розділу водного і повітряного середовищ в бризкальних басейнах та ВО. Тепловий вплив на приземні шари атмосфери проявляється у зміні мікроклімату над акваторією ВО та прилеглої до нього території. При роботі енергоблоків №3 і №4 збільшиться додаткове випаровування, вологість повітря та утворення «туманів випаровування». За представленими матеріалами температура повітря не повинна збільшитись пропорційно тепловим скидам, так як тепло буде витрачено на додаткове випаровування та утворення «туманів випаровування». Зона впливу ВО на мікроклімат не перевищить 1 км. Модельні гідротермічні розрахунки ВО показали, що при роботі чотирьох енергоблоків температура води у ВО перевищить природну на $13,84^\circ\text{C}$. Розрахункова середньомісячна температура охолоджувальної води для метеофакторів квітня складає плюс $22,04^\circ\text{C}$ при природній температурі води в р. Горинь – плюс $8,2^\circ\text{C}$. Проте необхідно враховувати, що підвищення температури викличе зниження рівня розчинного кисню у воді не

тільки ВО, а і природних водотоків, що може викликати замор риби. У зв'язку з цим на стадії розробки проекту необхідно надати детальний прогноз температурного режиму водоймища-охолоджувача та р. Горинь не тільки в зоні ВО, а нижче його, за течією річки при роботі чотирьох енергоблоків ХАЕС.

Повне водоспоживання на сучасному рівні в зоні ХАЕС знаходиться на рівні 62,6 млн. м³/рік, в межах всього регіону – 122,4 млн. м³/рік. Сумарна величина водовідводу в цій зоні – 5,60 млн. м³/рік, безповоротне водоспоживання – 57,0 млн. м³/рік. На перспективу до 2015 р. водоспоживання в зоні ХАЕС збільшиться до 97,5 млн. м³/рік, безповоротне – до 87,8 млн. м³/рік, у цілому по регіону – відповідно до 178,7 и 122,4 млн. м³/рік. До 2020 р. об'єми повного водоспоживання можуть досягти в зоні ХАЕС 128,2 млн. м³/рік (безповоротне – 113,3 млн. м³/рік), в регіоні – 230,3 млн. м³/рік (безповоротне – 156,2 млн. м³/рік). Втрати на випаровування з площ дзеркал ставків та водойм в зоні ХАЕС у рік 75% забезпеченості водою становитимуть 7,55 млн. м³, в роки 95 і 97% забезпеченості – відповідно 13,33 і 14,86 млн. м³. Додаткове випаровування з площі водного дзеркала ВО входить в об'єм безповоротного водоспоживання ХАЕС.

У результаті розрахунку водного балансу Хмельницької АЕС виявлений дефіцит водних ресурсів в роки 97% водозабезпеченості, який становитиме 7,1 млн. м³/рік. Для погашення водного дефіциту необхідно спрацювання водоймища та відновлення об'єму спрацювання, яке можливе здійснити частково акумуляцією стоку р. Гнилий Ріг та в основному - за рахунок підкачки стоку р. Горинь у березні та квітні місяцях. При чому поповнення водоймища-охолоджувача можливе тільки в період весняного паводку. При зниженні рівня води р. Горинь, при якому не забезпечується санітарно-екологічна витрата в кількості 6,0 м³/с, насосна станція додаткової води автоматично відключається. У разі виникнення гіпотетичної ситуації - збіг двох маловодних років 97% забезпеченості підряд, має бути зниження потужності енергоблоків. Проте ці заходи можуть не забезпечити безпеки експлуатації чотирьох енергоблоків ХАЕС у маловодні роки і виникне та-

ка ситуація, при якій дефіцит водних ресурсів буде ліквідований за рахунок підпитки з р. Горинь у вегетаційний період, що завдасть шкоди промисловості, комунальному, а головне сільському господарству. Тому в проекті необхідно передбачити низку заходів по забезпеченню санітарно-екологічних витрат та зменшення дефіциту водних ресурсів не за рахунок підпитки з р. Горинь у вегетаційний період, а використання інших водотоків.

Після пуску перших двох блоків ХАЕС при підвищенні теплового навантаження на водоймище-охолоджувач відбулись зміни хімічного складу охолоджуючої води, що спричинило інтенсивний розвиток водоростей та організмів, зокрема молюску дрейсени. Одним із чинників розвитку евтрофії ВО надходження у воду великої кількості загального фосфору. В зв'язку з цим при розробці проекту необхідно звернути увагу на допустимі рівні скиду цього біогенного елементу у водоймище-охолоджувач та передбачити ефективні природоохоронні заходи щодо зменшення його евтрофії.

Для підтримки необхідного водно-сольової складу води у оборотній системі технічного водопостачання відбувається періодичний скид води (продувка системи) з бризкальних басейнів (ББ) у водосховище-охолоджувач. При роботі чотирьох енергоблоків скид з ББ складатиме 220000 м³/рік. Підпитка бризкальних басейнів відбувається тільки хімічно очищеною водою. При відхиленнях якості води в ББ від встановлених нормативів буде проведений частковий або повний скид води у підвідний канал із наступною підпиткою хімічно очищеною водою.

При експлуатації установок для знесолоння та очистки води утворюватимуться такі відходи: продувні води освітлювачів, промивні води механічних фільтрів, відмивні та регенераційні води іонітних фільтрів. Промивні води освітлювачів подаватимуться у шламонакопичувач. Після відстоювання 94% освітленої води повертається у цикл хімоводоочистки (ХВО) для повторного використання. Кількість шламу, що осідає в шламонакопичувачі, при роботі чотирьох енергоблоків становитиме 1911 т/рік. За СНиП 2.01.28-85 п. 2.3 шлам із шламонакопичувача

відноситься до відходів IV класу небезпеки та класифікується як мало небезпечний.

Промивні води механічних фільтрів використовуються у циклі ХВО. Регенераційні води установки для знесолення ХВО після нейтралізації надходять у водоймище-охолоджувач. Після введення в експлуатацію енергоблоків №3 і №4 усереднений річний скид нейтралізованих вод ХВО у водоймище-охолоджувач не перевищуватиме допустимий об'єм 163850 м³/рік. На Хмельницькій АЕС запланована модернізація установки водопідготовки, що дозволить знизити концентрацій солей, що скидаються у ВО з регенераційними водами ХВО. При експлуатації чотирьох блоків якість усереднених скидів становитиме: кальцій – 277 мг/дм³, магній – 26,2 мг/дм³, натрій – 916 мг/дм³, сульфати – 2122 мг/дм³, хлориди – 128 мг/дм³, солевміст – 3626 мг/дм³. Вода від ХВО, що скидається у підвідний канал ВО, буде перемішуватись з циркуляційними водами, що надходять у напірну систему циркуляційного водопостачання. Проте встановлено, що виробничі стічні води хімводоочистки вже мають перевищення нормативних рівнів для поверхневих вод (СанПиН 4630-88 “Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения”) за показниками кальцій, натрій (до 6,0 разів), сульфати (до 5,6 разів) та солевміст (до 4,75 разів), що потребує детального висвітлення цього питання на стадії розробки проекту.

Господарсько-побутові стічні води від промайданчика ХАЕС, житлового селища АЕС та будівельних баз, що розташовані в /поза зоною АЕС надходять на каналізаційні очисні споруди (КОС) повної біологічної очистки з доочищенням в біоставках. Очищені стічні води скидаються у ВО і використовуються у системі технічного водопостачання АЕС. За прогнозом гідрохімічного режиму водоймища-охолоджувача ХАЕС при роботі чотирьох блоків ХАЕС величина загальної мінералізації буде зростати, включно з вмістом кальцію, магнію, хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів, проте в межах ГДК для водойм 2 категорії. За прогнозними розрахунками у воді ВО буде зменшуватись кількість СПАР, загального заліза, завислих речовин. В той же час прогнозується перевищення гігієнічного нормативу та допусти-

мої концентрації для рибогосподарських водойм за показником фосфати. При цьому буде збільшуватись кількість органічного забруднення за показниками амонійного, нітритного та нітратного азоту. Для зменшення концентрації фосфатів (8,5 мг/дм³) та показників групи азоту в воді ВО передбачені кошти на модернізацію КОС м. Нетішин, що дозволить зменшити вміст органіки та кількість фосфатів (до 1,63 /дм³). Крім того, проєктантам необхідно звернути особливу увагу на концентрацію розчинного кисню в воді ВО, особливо в теплий період року, коли в окремі дні вміст розчинного кисню зменшується до рівнів, нижче гігієнічного нормативу. Приведені дані показали, що при експлуатації чотирьох енергоблоків кількість забруднюючих речовин у воді ВО збільшиться і зросте засоленість його і як наслідок – збільшиться солевміст у воді р. Горинь. Тому на стадії розробки проекту необхідно провести додаткові розрахунки хімічного складу води ВО при роботі чотирьох енергоблоків ХАЕС та його вплив на якість води р. Горинь.

У процесі експлуатації енергоблоків №1 і №2 ХАЕС в результаті інфільтрації виробничих вод відбулись локальні зміни в режимі та складі підземних вод (четвертинного горизонту – ґрунтові води та верхнепротерозойського водоносного горизонту) в межах промайданчика з діапазоном коливань температури в 10,5°C (максимальна – 20,5°C). При роботі 3 і 4 енергоблоків діапазон коливань температури буде більшим, що створюватиме умови для тривалого виживання патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів, що буде порушувати умови водокористування населення. При експлуатації енергоблоків №1 і №2 загальна мінералізація у ґрунтових водах (четвертинний горизонт) досягала 3,35 ГДК (за показником – сухий залишок) для води поверхневих водойм, а у верхнепротерозойському водоносному горизонті – 3,65 ГДК, рівень сульфатів становив 4,5 ГДК. При роботі чотирьох енергоблоків навантаження на водне середовище за показниками мінералізації суттєво збільшиться, а при розвантаженні таких вод у водоймище-охолоджувач та р. Горинь відбудеться і підвищення рівнів цих показників у поверхневих водоймах та колодязній воді, які викори-

стовуються для питних потреб населення. При проектуванні енергоблоків №3 і №4 необхідно детально розрахувати рівні мінералізації (солевмісту) підземних вод після введення в експлуатацію нових енергоблоків.

Потенціальним джерелом забруднення водного середовища в зоні впливу Хмельницької АЕС є водоймище-охолоджувач. Введення в експлуатацію енергоблоків №3 і №4 призведе до прогнозованого збільшення об'ємів нагрітої води, що надходитиме до ВО. Це буде сприяти підвищенню температури, особливо в активній частині водоймища, збільшенню випаровування води та створенню умов для збільшення її загальної мінералізації. Вода з ВО може надходити в навколишнє водне середовище при продувках, а також при «примусових» переливах через автоматичний паводковий водоскид в період весняного та дощового паводків. Продувка ВО передбачається за рахунок фільтраційних витоків (9,53 млн. м³/рік) та шляхом контрольованих скидів води з ВО, що здійснюється як за рахунок припинення звороту дренажних вод у ВО, так і шляхом скиду води через донний водоскид водозбірної споруди. У всіх випадках продувні води по бувшому руслу р. Гнилий Ріг надходять до р. Вилії, змішуються там з її водою та через 1 км впадають у р. Горинь. У зв'язку із зміною гідрометеорологічних умов, особливо при зменшенні стоку р. Гнилий Ріг, про-

дувка водоймища-охолоджувача буде проводитись тільки в період повені, із скидом в р. Горинь об'ємом до 10 млн. м³. У зв'язку з цим у проекті повинно бути представлено наукове обґрунтування кількості і величини продувок та вплив продувних вод на тепловий та «сольовий режим» річки.

У зв'язку з тим, що після введення в експлуатацію енергоблоків №3 і №4 прогнозується поступове збільшення мінералізації і вмісту біогенних елементів у воді ВО та погіршення її якості, передбачені такі заходи: здійснення продувки ВО виключно в період повені за регламентом, погодженим з органами санепіднагляду і природоохоронними органами, при умові відповідності показників якості скидної води до вимог санітарного законодавства (СанПіН №4630-88 та постанови КМ України за №465 від 25.03.99); збільшення потужності каналізаційних очисних споруд до 20000 м³/добу та їх реконструкція: розширення площі та реконструкція мулових полів, реконструкцію споруд механічної та біологічної очистки, впровадження знезараження гіпохлоритом натрію; здійснення постійного гідрохімічного контролю при скиді очищених стічних вод у ВО. Крім того, повинна бути організована поширена система спостереження за поверхневими водами у 30-кілометровій зоні ХАЕС, що дозволяє проводити контроль їх якості.

Висновок

Техніко-економічне обґрунтування спорудження енергоблоків №3 і №4 Хмельницької АЕС в цілому відповідають вимогам санітарного законодавства України. Проте залишається невирішеною гостра проблема дефіциту водних ресурсів в роки 97% водозабезпеченості (7,1 млн. м³/рік), яку необхідно вирішити на стадії розробки проекту. Наукового обґрунтування та доопрацювання потребують такі важливі питання як організація водоохоронних заходів по забезпеченню санітарно-екологічних витрат та зменшенню дефіциту водних ресурсів при експлуатації чотирьох енергоблоків Хмельницької АЕС у різні роки водності; прогноз та розрахунок втрат на випаровування з площі дзеркала водоймища-охолоджувача при розробці загального водно-господарського балансу ВО; прогноз температурного режиму водоймища-охолоджувача ХАЕС та р. Горинь після введення в експлуатацію енергоблоків №3 і №4; обґрунтування регламентів продувок водоймища-охолоджувача ХАЕС при збільшенні мінералізації води водоймища-охолоджувача; організація природоохоронних заходів щодо зменшення рівнів евтрофії водоймища-охолоджувача.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. –Ленинград: Гидрометиздат, –1990. –229 с.

2. Корнилович Б.Ю. Защита водного бассейна от радиоактивных загрязнений //Химия и технология воды, –1998. –№1, –Т.20. –С. 70-75.
3. Задорожна В.І. Вплив водосховищ-охолоджувачів на екологію регіонів /В.І. Задорожна, В.І. Бондаренко, С.І. Доан та інш. //Вода і водоочисні технології, –2003. –№1 (5). –С. 27-30.
4. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б. Гігієнічна оцінка санітарного стану поверхневих водойм в зоні розташування Хмельницької АЕС //Гігієна населених місць, –2011. –В.57. –С. 89-97.

АКТУАЛЬНЫЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ СБРОСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОД ХМЕЛЬНИЦКОЙ АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Станкевич В.В., Тарабарова С.Б.

При работе четырех энергоблоков Хмельницкой АЭС нагрузка на водную среду по показателям минерализации (сухой остаток, хлориды, сульфаты и др.) и органического загрязнения значительно увеличится, что приведет к изменению санитарного состояния, экологических условий и биологического режима водоема-охладителя, р. Гнилой Рог и р. Горынь. В годы 97% водообеспеченности в зоне АЭС возникнет дефицит водных ресурсов в объеме 7,1 млн. м³/год. Рекомендована организация водоохраных мероприятий по обеспечению санитарно-экологических расходов и уменьшению дефицита водных ресурсов при эксплуатации четырех энергоблоков в разные годы водности.

ACTUAL SANITARY-AND-HYGIENIC PROBLEMS OF THE EFFECT OF THE DISCHARGES OF THE KHMELNITSK NPP INDUSTRIAL WATER ON THE ENVIRONMENT

V.V. Stankevitch, S.B. Tarabarova

At the operation of the four Khmelnytsk NPP power units a load on the water environment will increase significantly by the indices of mineralization (dry residues, chlorides, sulphates etc.) and organic contamination. It will lead to a change in the sanitary state, ecological conditions and biological regime of the cooling basin, the rivers Gniloj Rog and Goryn. In the years of a poor river water supply (97%) a shortage of water resources of 7.1 million m³ per year will arise in a zone of the NPP. It is recommended to organization the water protective measures for the provision of sanitary-and-hygienic costs and a decrease of water resource shortages at the exploitation of the four power units in the years with different supply of river water.

УДК 614.777: 628

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УЩІЛЬНЕННЯ ЗАЛИШКОВОЇ ЧАСТИНИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ПІСЛЯ СОРТУВАННЯ НА ЇХ БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ

Станкевич В.В., Тетеньова І.О.

ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України”, м. Київ

В останні роки в Україні почали розвиватися альтернативні шляхи поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ), які, головним чином, орієнтовані на зниження кількості відходів, що утворюються, і розви-

ток методів їхнього максимального використання.

Всі сучасні технології поводження з ТПВ передбачають етап сортування. Сортування – найбільш простий, найбільш деше-