

М.І. Ромась, О.В. Чунар'ов, І.О. Шевчук

ДО ПИТАННЯ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ ПРИ ВВЕДЕННІ НА НИХ НОВИХ ПОТУЖНОСТЕЙ

У роботі розглянуто актуальні питання впливу АЕС на поверхневі води. Досліджено особливості формування якості води водоймищ-охолоджувачів АЕС і пов'язаних з ними водних об'єктів за різної кількості працюючих енергоблоків.

Постановка проблеми та завдання роботи

Серед екологічних проблем, що пов'язані з експлуатацією енергетичних об'єктів, однією з найбільш важливих є оцінка впливу атомних електростанцій на кількісні та якісні показники природних, особливо поверхневих вод. Це питання стало важливим в Україні, коли половина електроенергії виробляється на АЕС, у зв'язку з введенням в експлуатацію нових потужностей – другого блоку на Хмельницькій АЕС, четвертого блоку на Рівненській АЕС та Ташлицької ГАЕС у складі Південно-Українського енергокомплексу (ПУЕК).

Зважаючи на значну важливість проблем, пов'язаних з використанням водних ресурсів річок Горинь, Стир і Південний Буг у 1999-2005 рр., згідно з планом науково-дослідних робіт Держводгоспу України у Київському університеті виконано теми № 293-99508 „Оцінити сучасний вплив Хмельницької та Рівненської АЕС на кількісні та якісні показники водних ресурсів у басейнах річок Горинь і Стир та дати прогноз цього впливу при збільшенні потужностей АЕС” та № 70 (04ДП050-02) „Оцінити сучасний вплив ПУЕК на якість водних ресурсів р. Південний Буг та дати прогноз цього впливу при введенні в експлуатацію Ташлицької ГАЕС”. Результати цих досліджень увійшли до звітів: „Хмельницька АЕС, енергоблок № 2 – оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)” та „Рівненська АЕС, енергоблок № 4 – ОВНС”, виконаних у Київському інституті „Енергопроект”.

Виклад основного матеріалу дослідження

Основні результати виконаних робіт щодо впливу пуску нових потужностей на ХАЕС, РАЕС та Ташлицькій ГАЕС на водогосподарський

стан басейнів річок Горинь, Стир і Південний Буг уже частково опубліковані [1-6].

Хмельницька АЕС розміщена у верхів'ях р. Горинь – джерелі водопостачання 16 міст і сіл з населенням понад 1 млн. чоловік і близько двох сотень промислових підприємств. Технічне водопостачання ХАЕС запроектовано зворотним з охолодженням води у водосховищі руслово-наливного типу багаторічного регулювання, що побудоване в гирловій частині р. Гнилий Ріг – правій притоці р. Горинь. При нормальному підпертому рівні, що становить 203 м, площа водного дзеркала – 20 км², об'єм води – 120 млн. м³, а корисний об'єм водосховища – 81 млн. м³ [1]. Згідно проекту стік р. Гнилий Ріг повністю акумулюється у водоймищі-охолоджувачі (ВО). Водосховище обладнане автоматичним паводковим водоскидом шахтного типу, який розрахований на транзитний скид зливого катастрофічного паводку р. Гнилий Ріг 0,01% забезпеченості в разі підняття рівня води до відмітки 203,7 м. Уздовж низового відкосу земляної греблі споруджено відкритий дренажний канал, який перехоплює фільтраційний потік з ВО і підводить профільтовану воду до насосної станції, яка перекачує її знову у водосховище. До насосної станції вода з р. Горинь йде самопливом по каналу завдовжки 2,4 км. Слід зазначити, що в разі пониження рівня води в Горині до витрат, які не забезпечують побутової витрати річки в кількості 6 м³/с, насоси автоматично відключаються.

Згідно з проектом і фактичними даними, одержаними на системі екологічного моніторингу ХАЕС, головні прибуткові статті водного балансу водоймища-охолоджувача при роботі 1 та 2 блоків складають атмосферні опади (28 і 20%), стік р. Гнилий Ріг (56 і 40%), а також повернення дренажних вод, частка яких коливалась за фактичними водними балансами в межах 30-39%. Помітну роль відіграють очищені стічні води м. Нетішина, які скидаються у ВО (близько 12%). У витратній частині водного балансу ВО головну роль відіграє випаровування, яке за проектними даними, становить 28,06 млн. м³ при роботі одного блоку та 42,70 млн. м³ – при роботі двох блоків. Фактичні величини випаровування, які в основному і складають безповоротні втрати води на ХАЕС, практично не відрізняються від проектних.

Вплив ХАЕС на кількісні показники водних ресурсів басейну річки Горинь оцінено шляхом порівняння безповоротних втрат води на станції з об'ємами стоку р. Горинь – розрахунковими та фактичними. Безповоротні

втрати води на ХАЕС при роботі одного блоку (відносно середньорічного стоку, в роки 95% і 97% забезпеченості) складають для створу ХАЕС 9,9-10,9%. Фактично ж вплив ХАЕС на водний стік р. Горинь у 1993-2000 рр. оцінювався в 4,5-6,8%. При роботі двох блоків частка безповоротних втрат води зростає до 15-17% в роки 95% і 97% забезпеченості, а від фактичних об'ємів стоку за 1993-2000 рр. ця частка становила б 6,7 - 10,3%. Безповоротні втрати води при роботі першого блоку становлять 5,6% від норми стоку, збільшуючись до 8,5% при роботі двох блоків. Потрібно враховувати, що при розрахунку норми річкового стоку для 82% пунктів на річках України помилка досягає 10%, а для інших становить 10-15%, що є допустимою для практики точністю [7]. Тому можна зробити висновок, що вплив безповоротних втрат води при роботі 1 і 2 блоків ХАЕС на водні ресурси басейну р. Горинь практично знаходиться в межах похибок, які допускаються при розрахунку норми стоку для річок України.

При оцінці впливу безповоротних втрат води на ХАЕС за найбільш несприятливих умов формування стоку (тобто середньомісячному періоді з мінімальним стоком) потрібно враховувати такі моменти. У зимову межень мінімальні середньомісячні витрати забезпеченістю від 50 до 97% становлять 5,34-2,29 м³/с, що менше величини побутової витрати – 6,0 м³/с. У літньо-осінню межень ці мінімальні витрати р. Горинь менші за побутові витрати тільки при забезпеченості 95-97%. Але, як вже зазначалося, включити насоси для подачі води з Горині неможливо у разі зниження її рівнів до відміток, при яких не забезпечуються побутові витрати в розмірі 6 м³/с в меженні періоди. Тому вплив безповоротних втрат води на ХАЕС на водні ресурси р. Горинь за найбільш несприятливих умов – мініальному середньомісячному стоці – оцінювався тільки суто теоретично. Це могло б відбутися при забезпеченості 97% в створі ХАЕС в межах 22% і 34% в літньо-осінній період при роботі 1-го і 2-го блоків. У зимовий період він збільшується до 39 і 59% відповідно. Для створу Оженін вказані величини зменшуються на третину. Це пов'язано з тим, що показники водного стоку р. Горинь у створі Оженін, який розміщений на 22 км нижче ХАЕС, збільшуються на третину відносно створу ХАЕС за рахунок стоку р. Вілія, яка впадає в р. Горинь на 2 км нижче ХАЕС. Але за умови водокористування у маловодні періоди поповнення безповоротних втрат на ХАЕС згідно з проектом здійснюється тільки за рахунок корисного об'єму ВО. За

найбільш жорстких теоретичних умов, тобто, за яких немає атмосферних опадів та відсутній стік р. Гнилий Ріг і в разі втрат на фільтрацію в кількості 0,79 млн.м³ на місяць, то корисний об'єм ВО (81 млн.м³) може бути використаний при роботі 1-го блоку за 25,9 місяці і при роботі 2-х блоків – за 18,6 місяця, або більше ніж за 2,1 і 1,5 року. Такий розрахунок дає уявлення про те, що навіть за таких практично неможливих умов формування стоку р. Горинь безповоротні втрати води на ХАЕС можуть тривалий період компенсуватися спрацюванням корисного об'єму ВО. Практично ж потреби в закачуванні води з р. Горинь не було через підвищені об'єми стоку р. Гнилий Ріг, збільшення об'ємів стічних вод в результаті опадів і повернення дренажних вод в ВО. Виходячи з розрахункових даних і досить великого досвіду експлуатації ХАЕС, очевидно, що робота одного енергоблоку помітного впливу на водні ресурси р. Горинь нижче створу ХАЕС (тим більше – створу Оженін) не мала і не могла мати, навіть при несприятливих умовах формування стоку ріки. Істотно не може змінитися, як видно з результатів розрахунку, гідрологічна і водогосподарська ситуація в басейні р. Горинь і з пуском в експлуатацію 2-го енергоблоку ХАЕС.

На Рівненській АЕС через наявність на її території крейдових відкладів туронського ярусу, в яких можуть розвиватися карстові процеси, у системі оборотного водопостачання замість водосховища-охолоджувача використовуються градирні. Тому технічне водопостачання РАЕС здійснюється безпосередньо з р. Стир. Для цього побудовано насосну станцію загальною продуктивністю 2,32 м³/с з розрахунку водозабезпечення 4 енергоблоків потужністю 2,88 МВт. Для охолодження циркуляційної води 3-х працюючих енергоблоків потужністю 1,88 МВт у системі функціонують 4 градирні. При вводі четвертого енергоблоку відповідно до проекту додатково побудовано 2 градирні. Для підтримки сольового балансу в системі охолодження згідно з проектом здійснюється її „продувка” шляхом скидання відпрацьованої води в р. Стир витратою 0,2 м³/с при роботі 3-х блоків та 0,3 м³/с – при роботі 4-х блоків.

Вплив РАЕС на водний стік р. Стир оцінювався шляхом порівняння об'ємів води, яка забирається з річки на поповнення безповоротних витрат, з розрахунковими величинами стоку річки у створі водозбору. За проектними даними безповоротні втрати води (в основному на додаткове випаровування на градирнях) змінюються, при температурі повітря у межах 10-38⁰С від 1,78 до 2,26 м³/с під час роботи 3-х енергоблоків і

збільшуються до 2,08-2,6 м³/с під час роботи 4-х блоків. Відбір води з р.Стир погоджений у кількості 2,32 м³/с при узгодженні проекту будівництва 4-го енергоблоку. При цьому санітарні витрати річки у маловодні роки 95-97% забезпеченості не мають бути меншими 9,0-8,8 м³/с відповідно. Отже безповоротні втрати води на РАЕС відносно встановленого ліміту відбору води (2,32 м³/с) при роботі 4-х блоків на повну потужність будуть перевищені при температурі повітря понад 18⁰С. Слід зазначити, що влітку, коли може виникати подібна ситуація, тобто таке підвищення температури повітря, на РАЕС, як мінімум, на одному енергоблоці проводиться плановий профілактичний ремонт відповідно до технологічного циклу експлуатації АЕС. Тому реальний вплив РАЕС при роботі 4-х блоків на водний стік р. Стир розраховується з огляду на режим її роботи та розподілу витрат річки різної забезпеченості за окремими місяцями. Безповоротні втрати води взимку (грудень-лютий) становлять згідно з проектними даними 1,69-1,64 м³/с, збільшуючись до 1,79-2,01 м³/с навесні, у березні-травні. Найменші втрати на випаровування через зупинку окремих енергоблоків, спостерігаються влітку – від 1,59 до 1,98 м³/с (червень-серпень). У вересні-листопаді ці втрати зменшуються від 1,92 до 1,73 м³/с. Середньомісячні витрати р.Стир вище водозабору при забезпеченості 95-97% у маловодні роки змінюються у березні-травні від 58,0-51,4 м³/с до 30,2-26,7 м³/с, досягаючи мінімальних значень улітку – до 10,2-9,6 м³/с у липні та 11,5-10,8 м³/с у серпні. Восени, з вересня по листопад, ці витрати дещо більші, змінюючись від 13,7-13,1 м³/с до 22,5-21,7 м³/с. У грудні ці витрати, 95-97% забезпеченості, знову зменшуються до 15,1-14,4 м³/с і зростають у лютому до 22,8-21,7 м³/с.

Отже, відносне зменшення витрат р. Стир для покриття безповоротних втрат води на РАЕС при роботі 4-х блоків найбільшою мірою може спостерігатися в літню межень, досягаючи 15,9-17,2% у липні-серпні при найбільш несприятливих умовах формування стоку при витратах р. Стир 95% забезпеченості та 16,9-18,3%, при витратах 97% забезпеченості. Слід зауважити, що найменші мінімальні середньодобові витрати р. Стир, які спостерігаються в літньо-осінній і зимовий періоди при 95% забезпеченості (7,8 і 8,0 м³/с) вже менші за узгоджені санітарні витрати (9,0 м³/с). При цьому частка безповоротних втрат на РАЕС може досягати влітку майже 29-34%, тобто третини розрахункових витрат води р. Стир.

Вплив скидових вод основної системи охолодження РАЕС та очищених господарсько-побутових вод м. Кузнецовська на хімічний склад і якість води р. Стир оцінено за результатами досліджень, проведених Київським університетом, Управлінням екобезпеки по Рівненській області та відділом охорони навколишнього середовища РАЕС. Детально це питання розглянуто раніше [1], тому можна тільки зазначити, що аналіз проектних даних і матеріалів, зібраних за 15 років на мережі гідролого-гідрохімічного моніторингу показує, що скидові води РАЕС і м. Кузнецовська на якісні показники водних ресурсів басейну р.Стир впливають зовсім незначною мірою, а пуск 4-го енергоблоку змінити ситуацію на гірше не зможе.

Південно-Українська АЕС є одним з найбільших водокористувачів Миколаївської області. Забір води з р. Південний Буг для промислових потреб АЕС здійснюється за 153 км від гирла річки. Для покриття пікових навантажень у південно-західній частині загальної енергетичної системи України, де спостерігається значна нерівномірність добового графіка навантажень і гостра потреба в пікових і швидкодіючих аварійних потужностях, а також для забезпечення надійного базисного режиму Південно-Української АЕС (ПУ АЕС) у складі Південно-Українського енергокомплексу будується Ташлицька гідроакumuлююча електростанція.

Як свідчить аналіз гідрологічних даних, середньорічні витрати р.Південний Буг – водпост Олександрівка за період з 1918 по 1950 рр. становили 87 м³/с. У 1951-1980 рр. середньорічні витрати після створення більшої частини водосховищ і ставків зросли до 93 м³/с, після спорудження водоймища-охолоджувача ПУ АЕС у 1981-1999 рр. вони не змінилися і становлять близько 92 м³/с. Таке підвищення водності р.Південний Буг пояснюється багатоводним періодом, який розпочався наприкінці 70-х років минулого сторіччя. Також потрібно зазначити, що середньомісячні мінімальні витрати води на посту Олександрівка в меженний період збільшилися майже в 1,5 раза, а максимальні витрати під час повені зменшилися практично у 2 рази, що є наслідком значної зарегульованості басейну Південного Бугу. Щодо внутрішньорічного розподілу стоку, то найбільш повноводними є березень і квітень. У багатоводний період 5% забезпеченості їх частка в загальному розподілі стоку протягом року становить відповідно 32,4 та 12,5%. У середні та маловодні роки частка березневих витрат зменшується до 22,3-18,6%, натомість дещо зростає частка квітневих витрат, що становить близько

14%. Також в окремі роки багатоводним буває лютий. Найбільш маловодними є серпень, вересень, жовтень. Навіть у багатоводний період загальна їх частка в річному стоці не перевищує 15%, а в середні та маловодні роки 50 та 95% забезпеченості вона збільшується до 17,5%.

Для визначення реального впливу Південно-Української АЕС на стокові характеристики р. Південний Буг було розраховано об'єми стоку на постах м. Первомайськ (194 км. від гирла) та с. Олександрівка (132 км від гирла), а також визначено реальну частку забору води від стоку річки. Так, середньорічні значення об'ємів стоку змінюються від 120 млн. м³ на посту м. Первомайськ (1995 р.) до 320 млн. м³ на посту с. Олександрівка (2003 р.). Реальна ж частка забору води не перевищує 3% від середньорічних значень об'ємів стоку на досліджуваних постах. У розподілі забору води протягом року не спостерігається чіткої сезонної закономірності, проте можна виділити літньо-осінній період, що характеризується найбільшими значеннями частки забору води від стоку р.Південний Буг. Так, наприклад, упродовж останніх років найбільша частка забору води від стоку річки на посту Олександрівка спостерігалась у серпні 2001 року і становила 5,5%. Отже, вплив забору води з р.Південний Буг для промислових потреб Південно-Української АЕС на фоні загального водокористування в басейні річки є незначним. Утім, для ефективного екологічного водокористування потрібно оптимізувати структуру водокористувачів, визначаючи їх пріоритети.

Після введення перших трьох агрегатів Ташлицької ГАЕС, згідно з проектними даними інституту “Укргідропроєкт”, безповоротні втрати збільшаться до 47,9 млн. м³ або 1,52 м³/с, а після введення шести агрегатів втрати становитимуть 48,1 млн. м³ або 1,53 м³/с. Така мала різниця між безповоротними втратами при експлуатації трьох або шести агрегатів пов'язана з незначним збільшенням площі дзеркала води Олександрівського водосховища. Отже, частка безповоротних втрат води при експлуатації трьох енергоблоків АЕС і шести агрегатів Ташлицької ГАЕС відносно середньомісячних витрат р. Південний Буг – с.Олександрівка буде спостерігатись у серпні-вересні і в маловодні роки 95% забезпеченості може становити близько 10-11% [4-6]

Гідрохімічний стан р. Південний Буг і водних об'єктів ПУЕК оцінено за матеріалами моніторингу, що проведені гідрохімічною лабораторією АЕС, Центральною геофізичною обсерваторією (ЦГО), а також за даними спостережень науково-дослідної лабораторії

гидроекології та гідрохімії Київського національного університету. Динаміку хімічного складу води р. Південний Буг можна прослідкувати за період з 1970 по 2005 рр. по пунктах, де відбирали проби води в мережі ЦГО (нижче м. Первомайськ та в районі с. Олександрівка). Розраховано середній вміст гідрохімічних показників за періодами з 1970-1980 рр. (до будівництва Ташлицького ВО), за 1981-1990 рр. (період почергового введення в експлуатацію трьох енергоблоків ПУ АЕС), за 1990-2000 рр. (період експлуатації всіх трьох енергоблоків зі встановленням і скасуванням мораторію на „продувку” ВО) та за сучасний період, тобто за останні (2001-2005) роки, коли відновлено будівництво Ташлицької ГАЕС в обсязі пускового комплексу. Розраховано середньорічні та середні за окремими фазами гідрологічного режиму (весняна повінь, літньо-осіння та зимова межені) величини гідрохімічних показників на постах Первомайськ та Олександрівка. Слід зазначити, що збільшення абсолютних значень головних іонів і мінералізації протягом цих періодів спостерігається на обох постах, тобто вище і нижче АЕС. Це свідчить про те, що водоймище-охолоджувач АЕС практично не впливає на мінералізацію води в річці Південний Буг. На посту с. Олександрівка (нижче АЕС) спостерігаються менші концентрації іонів амонію, нітратів, азоту та фосфору протягом досліджуваних періодів порівняно з постом, що розміщений нижче м. Первомайськ. Це пов'язано з впливом стічних вод цього міста та процесами самоочищення води в річці до поста с.Олександрівка.

На основі прогнозних розрахунків можна зробити висновок, що мінералізація води Ташлицької ВО після побудови відсічної дамби та введення в експлуатацію бризкальних басейнів для 3-х блоків АЕС не буде перевищувати нормативних вимог за умови проведення “продувки” з витратою 6 м³/с у березні та витратою 3 м³/с протягом решти місяців року. Мінералізація водних мас водосховища Ташлицької ГАЕС і Олександрівського водосховища буде близькою до величин, характерних для вод р. Південний Буг у різні фази гідрологічного режиму [4-6].

* *

В работе рассмотрены актуальные вопросы влияния АЭС на поверхностные воды. Исследованы особенности формирования качества воды водоемов-охладителей АЭС и связанных с ними водных объектов при различном количестве работающих энергоблоков.

* *

1. *Ромась М.І.* Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики: Монографія. – К.: ВПЦ “Київ. ун-т”. – 2002. – 532 с.
2. *Ромась М.І.* Особливості формування гідрохімічного балансу водоймищ-охолоджувачів різного типу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: 2000. – Том 1. – С. 54-58.
3. *Ромась М.І.* Особливості прогнозування вмісту головних іонів та мінералізації води водоймищ-охолоджувачів АЕС // Наук.пр. УкрНДГМІ. – 2001. – Вип. 249. – С. 178-186.
4. *Ромась М.І., Дезірон О.В., Чунарьов О.В.* Прогноз мінералізації води у водних об'єктах Південно-Українського енергокомплексу при пуску Ташлицької ГАЕС // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К. – 2005. – Т. 8. – С. 24-30.
5. *Чунарьов О.В., Ромась М.І.* Формування стоку річки Південний Буг та прогноз впливу на нього Південно-Українського енергокомплексу. Екологічні проблеми регіонів України. Матеріали VI Всеукр. наук. конф. студентів і аспірантів. – О.: ОДЕКУ, 2004. – С. 260-263.
6. *Ромась М.І.* Про вплив атомних електростанцій на водні ресурси України. Наук. записки Київ. нац. ун-ту ім. Т.Шевченка. – К.: КПВД “Педагогіка”. – 2004. – С. 64-68.
7. *Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца.* – К.: Урожай, 1987. – 302 с.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка