

## ВПЛИВ ЦИКЛІЧНОГО СКИДАННЯ ОХОЛОДЖУВАНОЇ ВОДИ НА АКТИВНУ ЗОНУ ВОДОСХОВИЩА -ОХОЛОДНИКА

© Босак М.П., Чернюк В.В., 2004

**Розглядається метод удосконалення роботи водосховища – охолодника в системі технічного водопостачання теплових і атомних електричних станцій. Для цієї мети виконано аналіз впливу циклічного скидання оборотної води на гідротермічні процеси водосховища–охолодника.**

**The methods of improvement of job of reservoirs for cooling water in systems of technical water supply thermal and atomic of power stations are considered. For this purpose the structure of accumulators of more cold water on sources of water supply, and also regulation of thermal loading at hot hours o'clock is offered.**

**Постановка проблеми.** У літню пору експлуатації енергоблоків великих ТЕС та АЕС, з підвищенням температури охолоджувальної води, обмежується використання їх установлені потужності. Тому актуальною проблемою в експлуатації систем технічного водопостачання (СТВ) таких підприємств з водосховищами–охолодниками (ВО) є використання якомога холодніших об'ємів води з ВО. Певним резервом в цьому аспекті є залучення до водообігу в СТВ глибинних горизонтів води та збільшення ативної площі ВО.

**Аналіз останніх досліджень.** У наукових джерелах найбільше інформації та досліджень стосуються температурного режиму ВО СТВ [1, 2]. Розроблені також спеціальні пристрої та споруди для впливу на гідротермічний режим ВО [3–]. Але недостатньо ефективних способів та технічних рішень для впливу на активну площу ВО з допомогою водозабірних та водоскидних споруд.

**Задача дослідження.** Задача роботи – дослідження та аналіз впливу циклічного скидання оборотної води на гідротермічні процеси водосховища-охолодника СТВ АЕС.

**Циклічне скидання оборотної води з відвідного каналу на охолодження у ВО.** Циркуляційну воду оборотних СТВ скидають на охолодження у ВО на достатній відстані від водозабору, і довжина більшості водовідвідних каналів таких СТВ становить 1,0...3,0 км і більше. Цю їх особливість можна використати для циклічного (з перервами) скидання води з відвідного каналу на охолодження у ВО та впливу на гідротермічні процеси в ньому. Проаналізуємо ефект цієї дії на прикладі Хмельницької АЕС. Об'єм ВО ХАЕС становить 100–120 млн. м<sup>3</sup>, залежно від рівня води в ньому. При циркуляційній витраті води СТВ двох енергоблоків близько 400 тис. м<sup>3</sup>/год у ВО щодоби надходить 10 млн. м<sup>3</sup> нагрітої води. Охолоджувана вода допливає до водозабору за 1–2 доби залежно від її витрати. У циркуляції залучено не більше 1/10 об'єму води ВО і, переважно, це постійний об'єм води в зоні транзитного потоку. Об'єми води ВО, що знаходяться поза циркуляцією, мають нижчу температуру, тому важливо залучити їх до водообігу в СТВ. Для цього в кінці відвідного каналу, пропонуємо встановити шлюз-регулятор (рис. 1), за допомогою якого періодично призупиняється та поновлюється скидання води у ВО. В скидному каналі цієї СТВ можна акумулювати 120–150 тис. м<sup>3</sup> води при підвищенні рівня води в ньому на  $h_p = 1,0–1,3$  м, що для умов ХАЕС не впливає па підпір інженерних комунікацій. В умовах роботи двох енергоблоків заповнення каналу на вказану глибину  $h_p$  відбудеться за 20–30 хв.

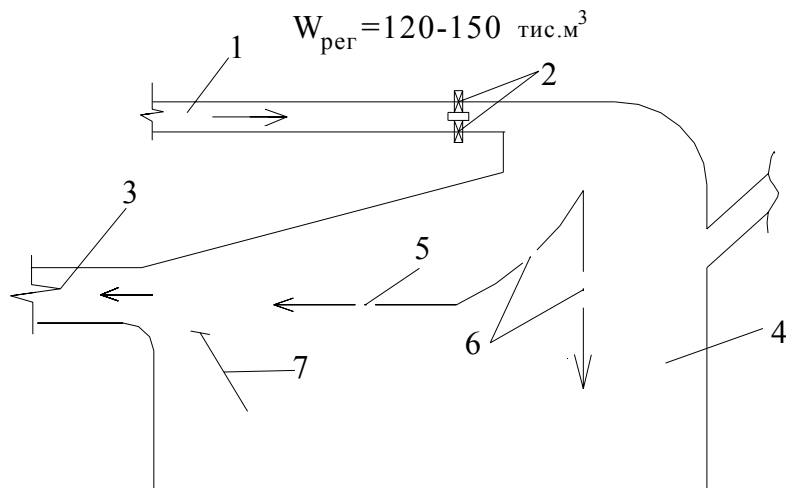


Рис. 1. Вплив на активну площу ВО циклічним скиданням охолоджувальної води:  
 1 – відвідний канал; 2 – шлюз-регулятор; 3 – водозабір; 4 – водосховище-охолодник;  
 5 – напрямок потоку без регулювання скидання; 6, 7 – те саме відповідно в періоди скидання  
 акумульованої води з каналу, та в періоди – накопичення її в каналі

З закриттям шлюза-регулятора і призупиненням скидання нагрітої води з каналу у ВО напрямку до водозабору активізується течія з усіх боків ВО зі збільшенням водообміну в ньому. Внаслідок цього, у ВО відбуваються такі гідравлічні зміни: призупиняється транзитний потік води у ВО; рівень води в зоні транзитного потоку знижується на величину  $\Delta H = W_p/F$ ; де  $W_p$  – зарегульований об'єм води в каналі,  $F$  – активна площа ВО. У прилеглий до водоскиду акваторії зменшується п'єзометричний похил. У цій і прилеглих зонах будуть переміщуватись лише поверхневі шари води. Робота водозабору, з призупиненням транзитного потоку, переходить у режим водозливу, з виникненням перепаду рівнів води в зоні водозабору. При цьому до водозабору насамперед надійдуть об'єми води з прилеглої до нього акваторії. Одночасно, це призведе до переміщення об'ємів води з середньої акваторії ВО, відтак зона впливу водозабору пошириться також на застійні ділянки, де температура води нижча на  $2...3 \text{ } ^\circ\text{C}$ , з яких у зону транзитного потоку надійде "свіжа" вода.

Випускають акумульовану воду з каналу протягом такого ж періоду, але з середньою витратою в два рази більшою, ніж при заборі води з ВО. За цей період нестационарні потоки розповсюджуються по усій акваторії ВО, як у напрямку до водозабору, так і в інші частини ВО, зокрема і в застійні його зони, що збільшує активну площу ВО, а, отже, і ступінь охолодження оборотної води. Найбільша витрата скидання теплої води у ВО буде на початку даного циклу, а середнє її значення можна визначити за формулою

$$Q_s = W/T + Q_u, \quad (1)$$

де  $W$  – накопичений додатково об'єм теплої води у відвідному каналі;  $T$  – час скидання накопиченої води, який приймаємо однаковим з періодом накопичення. Пропускна здатність регулятора  $Q_p$  при напорі  $h+0,5h_p$  повинна забезпечувати пропуск циркуляційної витрати та зарегульованого об'єму води, тобто  $Q_p = 2Q_u$ . У такому разі тривалість  $T = W/Q_u$ . За час випускання теплої води, у ВО надійде її об'єм  $W_1 = W + Q_u T$ , який пошириться в поверхневому горизонті на відстань, що залежить від швидкості потоку.

Визначена, на основі натурних гідравлічних досліджень швидкість поверхневого шару у ВО становить в межах  $0,04-0,1 \text{ м/с}$ , для різних значень  $Q_u$ , а в ближній зоні  $\approx 0,2 \text{ м/с}$ . Тривалість випускання води з відвідного каналу для даної СТВ може становити 30 хв, При цьому потік від водоскидання пошириться в акваторії ближньої зони (рис. 2) на відстань  $l_1 = VT = 0,2 \cdot 30 \cdot 60 = 360 \text{ м}$ . Розтікання поверхневого потоку за межами даної зони, продовжується внаслідок збільшення

п'єзометричного похилу, в радіальних напрямках по ВО, зокрема і в період призупинення скидання з відповідного каналу, на відстань  $l_2 = 0,1 \cdot 30 \cdot 60 = 180$  м.

Під час застосування цього методу змінюється п'єзометричний похил поверхні ВО (рис. 2), внаслідок чого розширюється його активна зона. Поверхня ВО набуває характерної форми кривої спаду при нерівномірному русі води. Глибина течії у ВО при цьому буде близькою до глибини водозабірної каналу. Похил поверхні на початку ВО, до кінця даного циклу, дещо збільшиться, що визначається лінією поверхні 3 (рис. 2). При загальному зниженні рівня води ВО на величину  $\Delta H$ , в ближній його зоні ця величина буде становити

$$\Delta H_1 = \Delta H + i(l_1 + l_2), \quad (2)$$

де  $l_1, l_2$  – відстані переміщення ділянок потоку відповідно в ближній та середній зоні ВО при регулюванні скидання теплої води.

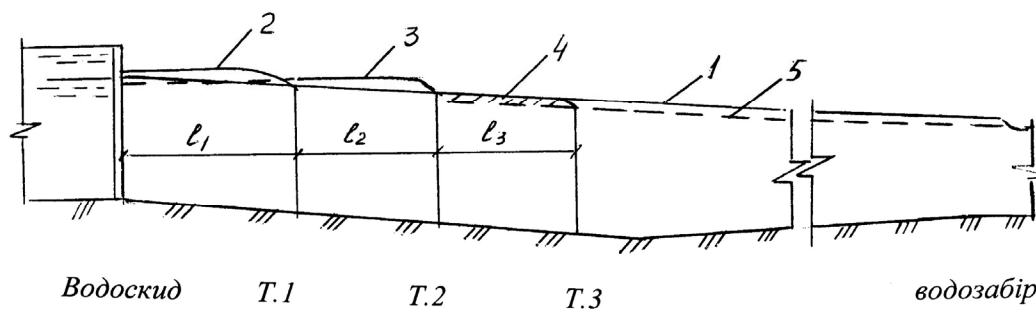


Рис. 2. Зміна вільної поверхні потоку при регулюванні скидання теплої води у ВО:

1 – поверхня транзитного потоку без регулювання скиду у ВО; 2 – поверхня ділянки потоку в ближній зоні з призупиненням скидання; 3 – те саме, при скиданні зарегульованого об'єму води; 4 – зона циклічного переміщення поверхневого шару води, 5 – зниження рівня води ВО внаслідок регулювання скидання

Відстані  $l_2, l_3$  переміщення відсіків потоку води будуть приблизно однаковими в напрямку течії та в радіальних напрямках, відтак розширення транзитного потоку за цикл регулювання в ближній зоні ВО буде дорівнювати сумі даних величин, тобто 0,36 км.

Якщо в середньому коефіцієнт використання площі ВО  $K_g = 0,75$ , то в ближній зоні  $K_g \leq 0,70$ . Отже, в зоні, прилеглої до водозабору, відбудеться збільшення активної площі ВО (на 20–25 %). За один цикл (випуск-акумулювання) в зону транзитного потоку ВО СТВ АЕС  $Q_{\text{ц}} = 400$  тис. м<sup>3</sup>/год надійде щонайменше 120 тис. м<sup>3</sup> води (пропорційно збільшенню активної площі) з температурою, нижчою на 2...3 °С. Збільшення водообміну об'єму ВО за добовий період циклічної роботи становитиме близько 2,4 млн. м<sup>3</sup>. У наступному колообігу, після добігання попередньо випущеного об'єму до водозабору, рівень води в зоні водоскидання знизиться, а п'єзометричний похил потоку зменшиться. При цьому збільшиться бокове розтікання випущеної води по акваторії ВО, тобто його активна площа.

Аналогічний процес буде повторюватись при черговому закритті шлюзів регулятора.

Зниження рівня води у ВО при цьому становитиме близько 1 см, що практично не вплине на площу ВО. Зниження температури води на водозаборі настане приблизно через добу після початку регулювання скиду.

Більшу регулюючу місткість можна влаштувати в прилеглої до скидного каналу акваторії ВО. Проте це збільшує вартість регулювання температури через додаткові будівельні витрати на влаштування дамби у ВО.

**Висновки:** Циклічне скидання оборотної води з відкритого відповідного каналу у ВО активізує гідротермічні процеси у ВО, збільшує його активну площу, підвищує ефективність оборотної СТВ з ВО. Пропонований спосіб охолодження оборотної води у ВО захищений патентом України [8]. У

подальших дослідженнях доцільно уточнити гідротермічний режим у середній частині ВО при регулюванні скидання оборотної води.

1. Макаров И.И. Схема технического водоснабжения тепловых и атомных электростанций из крупных водоемов комплексного использования // Изв. ВНИИГ. – 1981. – Т. 153. – С. 9–18. 4. Шабалин А.Ф. Обратное водоснабжение промышленных предприятий. – М.: Стойиздат, 1972. – 296 с. 2. Макаров И.И., Соколов А.С., Шульман С.Г. Моделирование гидротермических процессов водохранилищ-охладителей ТЭС и АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 184 с. 3. А. с. 2162919 Россия, МПК Е 03 В 1/00, 7/04, В 05, В 1/34. Способ охлаждения циркуляционной воды в пруде-охладителе / Г.В. Викторов, Кобелев Н.С. (Россия). – № 9910829/03; Заявл. 07.05.99; Оpubл.10.02.01. 4. А. с. 1112214 СССР, МПК 4 В 9/06. Способ охлаждения циркуляционной воды тепловой электростанции энергокомплекса / Ю.А. Ландау, Л.Л. Левицкий, В.М. Лятхер, А.Н. Милитеев (СССР). – № 3590893/24; Заявл. 13.05.83; Оpubл. 07.09.84, Бюл. № 33. – 4 с. 5. Макаров И.И., Каминаров Р.И. Водозабор из стратифицированных водоемов. – Л.: Энергия, 1968. – 82 с. 6. А.с. 2023808 Россия, МПК Е 02 В 9/04, Е 02 В 8/08, Водозаборное сооружение / А.А. Чистяков, А.В. Новоайдарский, В.Н. Шкура (Россия). – № 5008148/15; Заявл. 02. 09.91; Оpubл. 30.11.94. 7. А. с. 868011 СССР, МПК Е 03 В 1/00 Обратная система водоснабжения / В.Я. Вайнберг (СССР). – № 93028377/06; Заявл. 24.05.93; Оpubл. 11.10.98. 8. Декларацийний пат. 60737 Україна, МПК 28В9/06. Спосіб охолодження оборотної води у водосховищі-охолоднику / М.П. Босак, В.В. Чернюк, В.М. Каращенко. – Заявл. 15.10.2003; Оpubл. 15.10.2003, Бюл. № 10.

УДК 624.012

С.С. Була

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра гідравліки та сантехніки

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ НА ПОВЕРХНІ БЕТОНУ ПРИ РІЗНІЙ ІНТЕНСИВНОСТІ МІСЦЕВОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

© Була С.С., 2004

**Описано дослідження щодо вивчення форми кривих розподілу температури під впливом місцевого температурного навантаження різної інтенсивності у зразках різної ступені вологості та викладені теоретичні передумови розв'язку температурної задачі. Проаналізовано процеси тепломасообміну в бетоні при теплових ударах.**

**The article is devoted to the investigations connected with the definition the shape and velocity of expending temperature during high-temperature point loading at concrete surface. Due to the decreasing of technological crashes caused by especial temperature loading from equipment to the structures, the problem of definition the internal intentions in building has to be solved.**

**Вступ.** В будівельній практиці нерідко виникає питання оцінки надійності та довговічності конструкцій при дії температурних навантажень. Важливим аспектом даного питання є напружено-деформований стан конструкції під впливом навантаження. При дії на конструкцію температурних навантажень важливим параметром є інформація про розподіл температур в бетоні. Питання розподілу температур в бетоні є достатньо вивченим в праці [1]. Теоретичне вирішення цієї задачі виконується за допомогою рівнянь теплопровідності при заданих граничних умовах. Експериментальні дані щодо розповсюдження температури в бетоні дають змогу визначити певні теоретичні залежності .