

УДК 628.1'17 ; 628.132

Микола Босак
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра гідравліки та сантехніки

ОСОБЛИВОСТІ ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ВОДОСХОВИЩА-ОХОЛОДНИКА СИСТЕМИ ОБОРотНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

© Босак Микола, 2002

Hydraulic parameters of water-cooling reservoir of the water-regyling system is investigated in the artikle. An expression for colcculation of the mean velocity of flow in water -cooling rezervoir is proposed.

Водосховища як охолодники застосовуються в крупних системах оборотного водопостачання (ОВ) електростанцій. Гідротермічними розрахунками при проектуванні водосховищ-охолодників (ВО) визначаються необхідна їх площа та температура води на водозаборі [1, 2, 3, 4, 5]. Останній параметр визначається без врахування тривалості холодження потоку у ВО, що особливо важливо для спекотного періоду експлуатації цих систем.

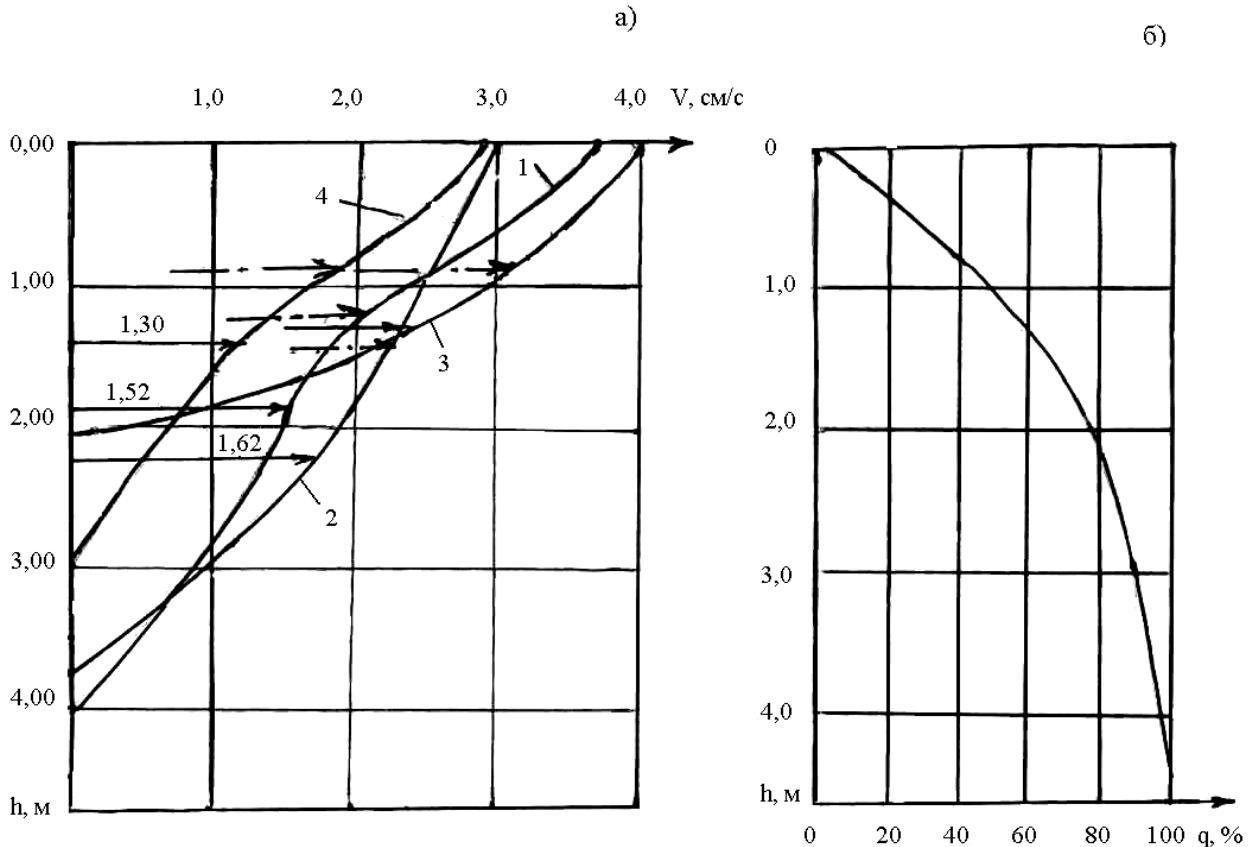
У стратифікованих потоках неглибоких ВО епюри швидкостей відрізняються від характерної епюри для відкритих русел. Проаналізуємо розподіл швидкостей, а відтак і витрати води по глибині, на основі експериментальних досліджень ВО Запорізької АЕС (ЗАЕС). При середній глибині водосховища 6 м, глибина транзитного потоку переважно становить близько 4 м. З глибини 2–3 м відбувається різке зменшення швидкості. Середня швидкість по глибині потоку V_h відрізняється від швидкості V_ω в центрі площі епюри (у витратному центрі), вище і нижче якого протікає по половині витрати води живого перерізу потоку. Числові значення V_h на відповідних поперечниках водосховища визначені на основі характерних епюр швидкостей (рис.1), за формулою [6]

$$V_h = \sum_i d\omega_i / h, \quad (1)$$

де $d\omega_i$ – елементарна площа епюри; h – глибина живого перерізу потоку.

Вирахувані таким методом середні швидкості по глибині, в центральній частині поперечників № 2–8 відповідно становлять: $V_{h2} = 1,62$ см/с; $V_{h4} = 1,30$ см/с; $V_{h6} = 1,62$ см/с; $V_{h8} = 2,47$ см/с. За середніми швидкостями V_h визначається загальна витрата транзитного потоку. Розподіл витрати по глибині потоку для середніх швидкостей епюри показано за допомогою інтегрального графіка розподілу витрати потоку по глибині (рис. 1, б) встановлено, що зі швидкістю вище середньої протікає на глибині до 1,5 –2,0 м близько 65 % витрати і об'єму охолоджуваної води. Швидкості V_h знаходяться по глибині епюри потоку в горизонтах, де температури води на 2–3° С нижчі від температури води верхнього потоку або знаходяться на межі між цими горизонтами. Оскільки в верхньому горизонті потоку теплоперенесення до водозабору значно більше, то швидкість V_h неприйнятна для гідротермічних розрахунків, і зокрема для визначення часу пропливання потоком відстані по водосховищу – від водоскиду до водозабору. Більш прийнятною може бути швидкість в центрі площі епюри швидкостей потоку V або ж середня швидкість V_a верхньої частини потоку над витратним центром. Числові величини швидкостей V на поперечниках № 2, 4,

6, 8 цього ВО відповідно становлять: 225; 1,85; 2,00 та 3,10 см/с. Швидкості поверхневого потоку в цих створах становлять $V_{a2}=2,62$ см/с; $V_{a4}=2,50$ см/с; $V_{a6}=2,87$ см/с; $V_{a8}=3,53$ см/с відповідно. Зв'язок між співвідношенням цих швидкостей епюри потоку встановлено коефіцієнтами $K_1=V/V_h$ та $K_2=V_a/V_h$.



Епюри швидкостей (а) та інтегральний графік розподілу витрати потоку по глибині потоку (б) ВО ЗАЕС: 1, 2, 3, 4 – характерні епюри швидкостей для поперечників № 6, 2, 8, 4; \rightarrow середні швидкості по глибині; $-\cdot-$ швидкість в об'ємно-витратному центрі

Осередковані значення K_1 на відповідних поперечниках становлять: 1,39 – для П-2; 1,40 – для П-4; 1,32 – для П-6; 1,26 – для П-8. Вираховані величини K_2 в такій же послідовності дорівнюють 1,62; 1,92, 1,90 та 1,43.

Відтак середні значення цих коефіцієнтів для потоку охолоджуваної води у ВО: $K_1=1,34$; $K_2=1,74$.

Теплоперенесення S_1 у верхній зоні з витратою води q_v становить ще більшу частку порівняно з теплоперенесенням S_2 нижньої зони з витратою q_n :

$$S_1/S_2 = t_v q_v / (t_n q_n). \quad (2)$$

Для температур води $25^\circ - 35^\circ \text{C}$ в центральній частині ВО при різниці температур $2,0 - 2,5^\circ \text{C}$ по глибині стратифікованого потоку співвідношення $t_v/t_n=1,07 \dots 1,09$. Ця величина близька до значення коефіцієнта нерівномірності розподілу температури по глибині для неглибоких ВО. Отже, співвідношення $S_1/S_2 = 1,08 \cdot 0,65 \cdot 0,35 = 2,01$. Тобто величина теплоперенесення у верхніх шарах потоку становить близько 69 % від загального. Це підтверджує обґрунтованість вибору як розрахункової швидкості V_a . З встановленням

розрахункової швидкості пов'язане обчислення часу пропливання потоком ВО. Знати час протікання води від водоскиду до водозабору важливо з двох причин. По-перше, якщо розрахунок охолодження виконувати на основі рівняння теплового балансу, то розрахунковий період для його складових, в тому числі для сонячного тепла, приймається таким, що дорівнює одній добі (24 год). Якщо час протікання охолоджуваної води до водозабору відмінний від доби, результати розрахунків будуть неточні. По-друге, знаючи час протікання потоком ВО, можна в межах доби регулювати температуру води в водосховищі, змінюючи теплове навантаження так, щоб в спекотні дні температура води на водозаборі t_1 не перевищувала допустимої. Такий режим роботи водосховища підвищує в цілому використання потужностей енергоблоків, а відтак і надійність системи ОВ.

На стадії розробки проектів СТВ епюри швидкостей води у ВО невідомі. У такому випадку, з достатньою точністю швидкість V_h можна вирахувати за формулою

$$V_h = Q / (K_{\text{вик}} \cdot H \cdot B), \quad (3)$$

де H – розрахункова глибина потоку; B – середня ширина водосховища.

Глибина потоку H на основі результатів досліджень дорівнює 0,8...0,9 глибини водозабірної каналу. З врахуванням (3) розрахункова швидкість протікання охолоджуючої води до водозабору визначиться через швидкість V_h :

$$V_a = K_2 V_h = Q / (K_2 \cdot K_{\text{вик}} \cdot H \cdot B). \quad (4)$$

Час добігання води від водоскиду до водозабору визначиться залежністю

$$T = L / V_a, \quad (5)$$

де L – шлях протікання приймаємо по траєкторії течії в водосховищі без збільшення шляху протікання на вирових ділянках.

Як правило, тривалість протікання потоком водосховища до поверхневого водозабору повинна бути не менша, ніж 24 год. Перевищення цього часу не завжди призводить до зниження температури води на водозаборі. У спекотні дні літа вода, що припливає до водозабору в полуденний період (з 14 до 17 год) може недоохолоджуватись або навіть дещо нагріватись в кінцевій частині водосховища. У таких випадках доцільне добове регулювання теплового навантаження на водосховище.

1. Фарфоровский Б.С., Фарворовский В.Б. Охладители циркуляционной воды тепловых электростанций. – Л., 1972. – 111 с. 2. Дрижюс М.-Р.М. Гидротермический режим водохранилищ-охладителей. – Вильнюс, 1985. – 168 с. 3. Материалы конференций и совещаний по гидротехнике "Гидроаэротермические исследования и проектирование охладителей тепловых и атомных станций". – Л., 1985. – 244 с. 4. Указания по нормированию показателей работы гидроохладителей в энергетике. – М., 1982. – 30 с. 5. Методические рекомендации к расчету водохранилищ-охладителей ТЭС. ПЗЗ-75. – ВНИИГ. – Л., 1976. – 55 с. 6. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л., 1970. – 551 с.