1. Талиев В. Н. Аэродинамика вентиляции. — М., 1978. 2. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. — М., 1982. 3. Возняк О.Т. Вплив взаємодії струмин на повітророзподіл у приміщенні // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". — 2001. — С. 27—31. 4. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений. — М., 1981.. 5. Возняк О., Ковальчук А. Ефективність повітророзподілу зустрічними неспіввісними струминами. Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка".— 2002. — № 460. — С. 157—161. 6. Vozniak O., Kovalchuk A. Air distribution by opposite non-coaxial air jets. Zbornik prednasok: VII Vedecka Konferencia s medzinarodnou ucastou Kosicko — Lvovsko — Rzeszowska, 2002 r. — S. 173—178. 7. Возняк О., Ковальчук А., Іванусь Є., Кіц А. Повітророзподіл у приміщенні при взаємодії зустрічних неспіввісних струмин. Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка"."— 2001. — № 432. — С. 31—37. 8. Возняк О., Ковальчук А., Іванусь Є. Взаємодія зустрічних неспіввісних струмин // Efektywnosc dystrybucji i wykorzystania ciepla. Polytechnika Rzeszowska, Solina, 2001 r. — S. 397—403. 9. Vozniak O., Dovbush O. Influence of indoor climate on a person heat exchange in a room. Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej "Aktualne problemy budownictwa i Inzynierii srodowiska"; czesc 2 — inzynieria srodowiska". — Rzeszow. — 2000. — S. 441—447. 10. Губернский Ю.Д., Исмаилова Д.И.. Экономия энергии и топлива при управлении микроклиматом. — Водоснабжение и санитарная техника. — 1985. — № 3. — С. 11—12.

УДК 532.542

Б. Горобець, Б. Малиш, Ю. Омельчак
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра гідравліки та сантехніки

ТРАНСФОРМАЦІЯ ШВИДКІСНОЇ СТРУКТУРИ ПОТОКУ У ВОДОСХОВИЩІ-ОХОЛОДЖУВАЧІ ПІД ДІЄЮ ПОВІТРЯНИХ МАС

© Горобець Б., Малиш Б., Омельчак Ю., 2004

The experimental results concerning the interaction between the water and air flows in the nature and model water storage-coolant are presented in the paper.

The enrves of the velocity distribution on the verticales at the various direction of the wind are obtained.

Постановка проблеми. Механічна енергія потоку води, яка скидається в водосховище-охолоджувач, поступово передається по всьому його об'єму, перерозподіляючись в ньому шляхом простого переносу енергії потоком рідини, що називається конвекцією, та шляхом внутрішньомолекулярного переносу, що називається дифузією.

Одночасне розв'язання гідродинамічної, дифузійної та теплової задачі з врахуванням взаємозв'язку процесів пов'язане із значними труднощами, особливо якщо врахувати для конкретних випадків множину визначальних чинників, зміна в часі яких має випадковий характер.

Для встановлення охолоджувальної здатності водосховища-охолоджувача та чинників, що на нього впливають, необхідно знати, як розподіляються в плані та по об'єму течії. Вони є розподільними елементами, що формують температурні поля, від яких залежить тепло- та вологовіддача з поверхні води в атмосферу із всієї водойми чи окремих її фрагментів (заток, коловоротних зон), внаслідок дифузійних процесів, тобто кожного елемента площі водосховища-охолоджувача.

Після попадання циркуляційної води у водосховище-охолоджувач відбувається складне гідротермічне явище. Температура води, що скидається, вища від температури води у водоймі. Внаслідок цього потік формується з прямою термічною стратифікацією та ефектом плавучості.

У ближній зоні водоскиду, як правило, утворюються коловоротні зони. Просторова структура потоку на початку формується динамічною взаємодією транзитного потоку та коловоротних зон. Зале-

жить вона також від глибини водосховища, форми його в плані кратності обміну, ступеня температурної стратифікації по вертикалі, місць розміщення скиду та водозабору, типу водозабору.

Значно впливає на формування просторової гідротермічної структури у водосховищі-охолоджувачі напрямок руху повітряних мас (вітру) над його поверхнею, швидкість їх переміщення та тривалість дії.

Аналіз останніх досліджень. Питання взаємодії повітряних мас над водосховищем-охолоджувачем з водним потоком, що рухається в напрямі скид-водозабір, висвітлено у низці робіт [1, 2, 3, 4]. В експериментальному плані це питання розглядається тільки в деяких роботах [1, 5], і то побіжно.

У [1] наведено результати натурних досліджень швидкостей руху води в водосховищі-охолоджувачі.

Подаються епюри розподілу швидкостей по глибині, принципові схеми приладів для вимірювання швидкостей та один з приладів для вимірювання напряму течії на глибині.

На основі досліджень [2] І.К. Нікітін приходить до висновку, що підвід тепла до поверхні води, який відбувається за рахунок турбулентного перемішування в циркуляційному потоці, не є процесом, що імітує тепловіддачу. Основний опір потоку тепла через поверхню води в водоймі чинить повітряний приводний шар, який у такому разі виконує роль "шуби", яка перешкоджає охолодженню води. Відомі методи оцінки тепловіддачі випаровуванням та конвекцією не відображають складності аеротермічних процесів. Наведено формулу для визначення коефіцієнта гідравлічного тертя та формулу розподілу швидкостей вітру над поверхнею водойми.

У [3] О.В. Безизвестних аналізує рівняння, які використовуються деякими авторами для опису процесів тепло- та вологообміну, що відбуваються над водосховищами. Використана теоретична передумова, а також ряд аналітичних розробок, що дало змогу дати деякі практичні рекомендації для визначення метеоелементів, таких, як вологість, температура повітря над водосховищем-охолоджувачем із врахуванням зміни потужності теплової електростанції. Розглядається також зміна шорсткості на поверхні водойми залежно від швидкості вітру.

Розроблені розрахункові номограми, які дають змогу прогнозувати значення метеорологічних елементів над водосховищем-охолоджувачем залежно від розмірів водойми, теплового навантаження та інших чинників.

Одержані результати надалі використовують для уточнення сумарного коефіцієнта тепловіддачі і, відповідно, охолоджувальної здатності водосховища-охолоджувача.

У [4, 5] Р.Е. Вершик подає результати досліджень руху повітряних мас над водосховищем-охолоджувачем, вказуючи, що на формування температурного режиму в водосховищі істотно впливає вітер. Цей вплив проявляється, з одного боку, у збільшенні тепловіддачі з поверхні водойми, а з іншого — у динамічній дії, в результаті якої формуються вітроводяні течії, що впливають на формування типу кривої температурної стратифікації за глибиною та температуру води на поверхні водосховища-охолоджувача.

Наведено епюри розподілу швидкості вітру над поверхнею води та криві залежності аеродинамічного коефіцієнта опору поверхні водойми від швидкості вітру.

Метою дослідження є вивчення впливу повітряних мас над водосховищем-охолоджувачем на термодинамічну структуру потоку при різних напрямках руху повітряних мас щодо динамічної осі транзитного потоку на ділянці скид-водозабір.

Дослідження впливу повітряних мас на гідродинамічну структуру потоку. Експерименти здійснювались на водосховищах-охолоджувачах Новомосковської, Сучанської, Молдовської ТЕС та на моделях водосховищ. Для досліджень на водоймах використовувались наплавні мобільні установки (рис. 1), або обладнані заякорені човни, які встановлювались на тих чи інших вертикалях.

Швидкість вітру на водосховищах вимірювалась на висоту до 3 метрів за допомогою п'ятичашкових анемометрів 4; напрям — за допомогою флюгера. На моделях повітряні потоки створювались за допомогою батареї вентиляторів. Швидкість руху повітряних мас над моделлю в тій чи іншій точці вимірювались за допомогою крильчастого анемометра.

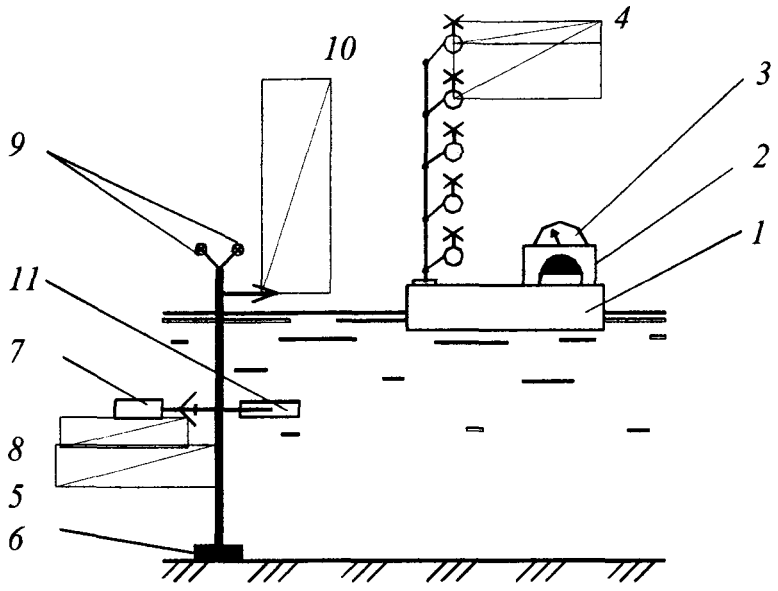

Рис. 1. Наплавна мобільна установка:
1 — пліт; 2 — блок живлення; 3—перемикач; 4— анемометри; 5— штанга; 6— піддон;
7 — стабілізатор напряму; 8— контактний апарат; 9— сигнальні лампи;
10— вказівник напряму підводної течії; 11— термогідрометр

На водосховищах-охолоджувачах швидкість води вимірювалась за допомогою термогідрометра [1], який опускається в необхідну точку на штанзі 5. Використовувались також спеціально сконструйовані глибинні поплавки. Напрям потоку на заданій глибині встановлювався за допомогою контактного апарата 8 та сигнальних лампочок 9. На моделях швидкість вимірювалась за допомогою термогідрометра, різної конструкції поплавків; напрям руху — за допомогою барвників.

На рис. 2 наведено епюри швидкостей, одержаних в натурі для двох випадків напряму повітряних мас щодо осі транзитного потоку: 1 — супутно напряму водного потоку; 2 — протилежний на ділянці скид-водозабір.

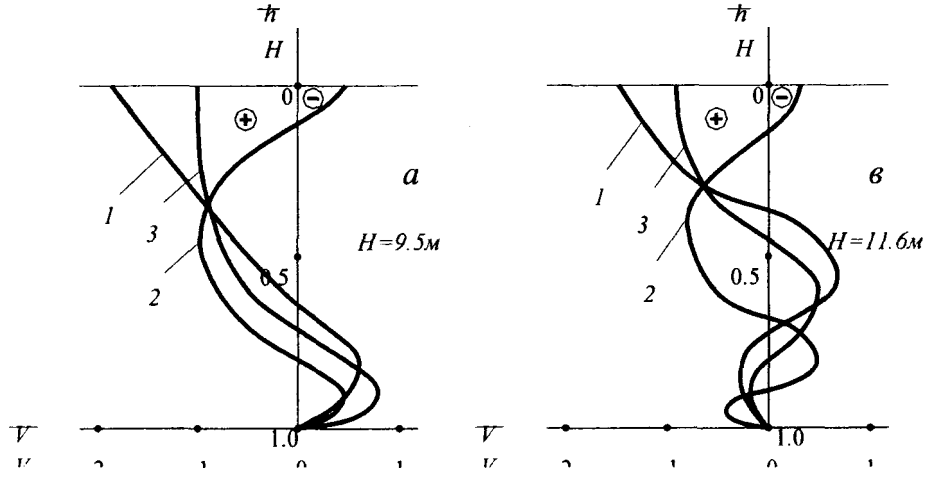

Рис. 2. Характерні епюри швидкостей на вертикалях у водосховищах-охолоджувачах ТЕС:
а — Новомосковської; в — Сучанської; 1 — при супутному напрямі повітряних мас; 2 — в протилежному;
3 — в умовах штилю; H — глибина потоку; h — глибина занурення точки під рівень води;
V — швидкість руху води в точці; Vs — швидкість руху води на поверхні в умовах штилю

В першому випадку порівняно з штильовою синоптичною ситуацією швидкість води в поверхневих шарах зростає залежно від швидкості вітру (рис. 2, *а-1, в-1*). В другому — зменшується. При швидкості вітру 5 метрів і більше в другому випадку в поверхневих шарах виникають швидкості з від'ємним знаком (рис. 2, *а-2, в-2*).

Під час виконання натурних досліджень на водосховищі-охолоджувачі Молдовської ТЕС встановлено, що при швидкостях вітру, більших за 5 м/с, на ділянках з глибинами, меншими за 4,5 м, порушувалась стійка гідродинамічна рівновага потоку, зникала температурна стратифікація потоку та з'являлися дрейфові течії. В результаті нагінних явищ в прибережних зонах з'являються компенсаційні течії, які, взаємодіючи з основним потоком, породжують досить складні просторові потоки.

При дослідженні однієї з моделей водосховища-охолоджувача (рис. 3) встановлено, що при напрямі повітряних мас перпендикулярно до основного водного потоку у бік затоки, вода верхніми шарами надходить в кут затоки і повертається у водосховище придонною її областю.

Встановлений в районі греблі глибинний водозабір тарілчастого типу показав, що вода, яка надходить з затоки придонними шарами, зменшує температуру води, що ним забирається, на 1,5 °С порівняно з штильовою погодою. Це пояснюється тим, що загнана в тупик вода додатково охолоджується в затоці і дає вищевказаний температурний ефект.

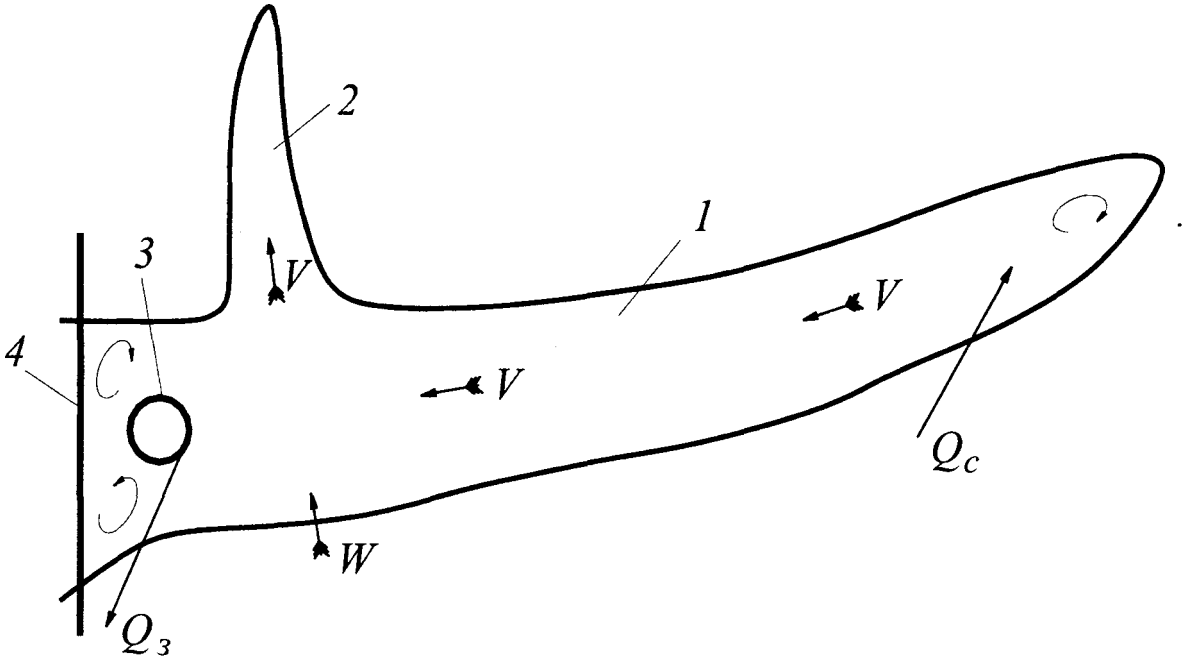

Рис. 3. Модель водосховища-охолоджувача в плані:
1 — основна частина; 2 — затока; 3 — глибинний водозабір; 4 — лінія греблі;
V — напрям руху поверхневих шарів води; W — напрям руху повітряних мас

Висновки

1. Напрямок повітряних мас щодо основного потоку води на ділянці скид-водозабір впливає на розподіл швидкостей по вертикалі.

2. Повітряні маси, що рухаються над водосховищем-охолоджувачем, сприяють виникненню дрейфових та компенсаційних течій.

3. Швидкість руху повітряних мас над водосховищем-охолоджувачем, яка більша за 5 м/с, дестабілізує рівновагу потоку та призводить до порушення вираженої температурної стратифікації на глибинах, менших за 4,5…5,0 м.

1. Горобець Б.М. Результаты натурных исследований скоростей движения воды в водохранилище-охладителе // Гидравлика и гидротехника. — К., 1966. — Вып. 3. — С. 132—138. 2. Никитин И.К. Оценка локальной теплоотдачи расчетом аэротермических процессов над поверхностью водоема-охладителя. Труды Совещания по гидроаэротермическим исследованиям водохранилищ-охладителей.— Л., 1969. — С. 58—67. 3. Безызвестних А.В. Расчет метеорологических элементов над водохранилищем-охладителем // Труды совещания по гидроаэротермическим исследованиям водохранилищ-охладителей.— Л., 1969. — С. 68—69. 4. Вершик Р.Е. Моделирование ветрового воздействия на водохранилище-охладителе. Материалы конференций и совещаний по гидротехнике.— Л., 1985. 5. Вершик Р.Е. Изучение ветрового перемешивания в стратифицированних водоемах // Труды координационных совещаний по гидротехнике ВНИИГ им. Веденеева.— Л., 1977, Вып. 115. — С. 90—94.

УДК 532.516

В. Желяк, Я. Кончевич
Національний університет "Львівська політехніка"
кафедра гідравліки та сантехніки

АНАЛІЗ ТЕЧІЙ УЗАГАЛЬНЕНИХ НЬЮТОНІВСЬКИХ РІДИН ВЗДОВЖ ПРОФІЛЬОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ

© Желяк В., Кончевич Я., 2004

In activity the review of researches on flow of generalized Newtonian liquids on an inclined contoured surface is shown. Is rotined, that the problems of pressure head two-layer flows in a flat channel are unsufficiently probed.

Постановка проблеми. Напірні та безнапірні течії одно- та багатошарових потоків рідин досить широко використовують в промисловості в різних технологічних процесах, таких, як виготовлення кінофотоматеріалів, магнітних плівок, для антикорозійного та хімічного захисту поверхонь, нанесення ізоляційних покрить на проводи та захисних покрить на профільовані поверхні (виробництво гофрованого картону), процесах тепло- та масопередачі. Якість та надійність продукції та здійснення відповідного технологічного процесу залежить від вміння розрахувати гідродинамічні параметри потоку та спроектувати технологічне обладнання для його реалізації.

Аналіз останніх досліджень. Вирішенню питань розрахунку геометричних, кінематичних та динамічних параметрів одно- та багатошарових безнапірних течій вздовж профільованих та шорстких поверхонь присвячено обмежену кількість робіт, серед яких необхідно відзначити [1—4]. Ця течія складається лише з початкової ділянки і характеризується інтенсивною зміною полів швидкостей, дотичних напружень та товщин шарів. Крім того, навіть у разі одношарової течії рух на ділянці стабілізованої течії є двовимірним, що пов'язане із зміною форми поверхні дна потоку по його довжині (рис. 1). У разі двовимірної безнапірної течії неньютонівських рідин їх рух може бути описано системою диференційних рівнянь