

УДК 624.21

Паровенко О.М., канд.техн.наук, **Башкевич І.В.**, канд.техн.наук,
Святишенко І.І.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД
ЗРОШУВАЛЬНИХ КАНАЛІВ
(до 75-річчя НТУ)**

У період 1961 – 1971 р.р. було побудовано Північно-Кримський канал (ПКК). Побудова цієї гідротехнічної споруди сприяла вирішенню проблем посушливих зон півдня України та зрошення сільськогосподарських угідь дніпровськими водами. В процесі експлуатування каналу виникало багато питань, пов'язаних з технічними та економічними проблемами. Саме для вирішення цих питань, на замовлення інституту «Укрдніпровдгосп», в період з 1967 по 1987 рік були залучені співробітники кафедри гідравліки Київського автомобільно-дорожнього інституту (нині кафедра мостів, тунелів та гідротехнічних споруд НТУ).

Ідеї та рішення, отримані в ході систематичних натурних, лабораторних та математичних досліджень неусталеного руху на Північно - Кримському каналі, які проводилися науковими експедиціями кафедри гідравліки (КАДІ) увійшли складовою частиною в цикл праць «Теорія і технологія ресурсозберігаючого управління вододільними системами з впровадженням їх у виробництво», удостоєних в 1998 році Державної премії України в галузі науки та техніки. Одним з лауреатів став у складі авторського колективу завідуючий кафедрою «Гідравліки» доктор технічних наук, професор Большаков Валерій Олексійович.

Протягом кількох років проводились дослідження перехідних процесів та кількісні розрахунки на прикладі каналів, які розташовані на півдні України. Були виконані натурні, лабораторні та математичні дослідження перепускної здатності споруд, розташованих на Північно-кримському каналі (рис. 1, 2). Велику увагу було приділено проектуванню та будівництву технічно-досконалих зрошувальних систем з автоматизованим регулюванням водопостачання. Характерною особливістю роботи таких систем є динамічність процесів, що відбуваються. Це пов'язано зі змінами водоспоживання як в часі, так і по довжині русла каналу.



Рис. 1 – Загальний вигляд основної споруди ПКК



Рис. 2 – Загальний вигляд загальної споруди ПКК

Процеси, що виникають у період перерегулювання режиму водоспоживання, а також внаслідок аварійних ситуацій називаються перехідними.

Основою перехідних процесів є неусталений рух рідини у зрошувальних каналах, який з точки зору математичної одномірної теорії можна описати рівняннями Сен-Венана.

При розробці алгоритму розв'язку поставленої задачі було взято за основу раніш розроблену модель, яка заснована на чисельному інтегруванні рівнянь Сен-Венана.

Розроблена програма дозволила провести чисельні розрахунки перехідних процесів з метою отримання оптимальних варіантів регулювання, а також оцінити ефективність обраного способу автоматичного регулювання водопостачання. Також можна було розрахувати характерні експлуатаційні режими роботи каналу.

Для розв'язання задачі автоматизованого управління водорозподілом на ПКК розглядались різноманітні схеми автоматичного регулювання витрат та рівнів води. Метою натурних спостережень, що проводились співробітниками кафедри, була експериментальна перевірка результатів багатьох розрахунків у реальних умовах при однакових вихідних даних.

Для проведення експерименту було обрано споруди, розташовані на Роздольненському каналі. Результати натурних спостережень було змодельовано та апробовано в гідравлічному лотку лабораторії кафедри (рис. 3). Проведені натурні та лабораторні дослідження підтвердили результати попередніх розрахунків.

Зроблено висновок, що для розрахунку руху води в каналах при автоматичному регулюванні доцільно було б застосувати математичну модель у вигляді граничної задачі для рівнянь Сен-Венана. Водоспоживання в зрошувальних каналах змінюється з часом, тому реальні умови протікання води відповідають режиму неусталеного руху.

Науковцями кафедри були проведені теоретичні та експериментальні дослідження неусталеного руху води в Красноперекопській зрошувальній системі.



Рис. 3 – Модель споруди у гідравлічному лотку лабораторії кафедри в масштабі 1:40.

Для вивчення особливостей неусталеного руху води в зрошувальних каналах та з метою порівняння теоретичних розрахунків з даними результатів натурних спостережень, слід було визначити загальні характеристики хвилі наповнення при порівняно великій початковій глибині в каналі; виконати зйомку та провести аналіз миттєвих профілів (кривих) вільної поверхні потоку та аналіз зміни рівнів води за часом у фіксованих перерізах уздовж каналу. Також необхідно було визначити зміни середньої швидкості розповсюдження фронту хвилі наповнення вздовж каналу з метою встановлення часу транспортного спізнання потоку та вивчити умови трансформації максимальних витрат по всій довжині русла залежно від зміни витрат в кінцевому перерізі каналу.

Проведені натурні дослідження підтвердили попередні розрахунки з визначення впливу різних факторів на елементи неусталеного руху у випадку руху хвилі наповнення. Для подальших робіт було застосовано метод чисельного рішення диференційних рівнянь Сен-Венана за явною різницевою схемою.

Застосування математичної моделі у вигляді граничної задачі для рівнянь Сен-Венана дало можливість отримання оптимальних варіантів регулювання, які

забезпечили мінімум не виробничих скидів, а також дозволили в цілому оцінити ефективність обраного способу автоматичного регулювання водопостачання.

З гідравлічної точки зору головна споруда ПКК – водозлив. Було проведено експериментальні дослідження з визначення коефіцієнта витрат та коефіцієнта затоплення споруди при різних положеннях затвора. Критерієм подібності при проведенні експеримента було число Фруда.

Результати експериментів було опубліковано в наукових статтях. Для перевірки результатів лабораторних досліджень було проведено порівняння з даними натурних спостережень, які виконувались спільно з херсонською експедицією інституту «Діпроводгосп».

Проведені дослідження дозволили зробити висновки:

- якщо буде введено другу чергу ПКК, то головна перепускна споруда не забезпечить необхідних витрат при потрібному рівні води в каналі;
- перепускна здатність споруди залежить від рівня води в каналі, тому для забезпечення цієї умови слід збільшити перепускную можливість самого каналу.

Свого часу на ПКК почались проєктні розробки другої черги каналу ПКК. Це було пов'язано з запланованим збільшенням зрошувальних площин. Для прийняття правильних рішень проєктувальникам необхідно було знати фактичний коефіцієнт шорсткості каналу. Співробітниками кафедри було виконано фахові натурні спостереження на характерних ділянках каналу, а саме: вимір витрат води у відповідних перерізах, зйомка живих перерізів у проміжних та кінцевих точках ділянки та вимір відстаней між ними.

З огляду на нерівномірність руху води в каналі для визначення коефіцієнтів шорсткості було застосовано методу з використанням рівнянь нерівномірного руху. Проведено оцінювання похибки вимірювань. Відносна середня квадратична помилка становила 0,8 %. Були надані рекомендації з визначення середніх значень коефіцієнтів шорсткості для відповідних ділянок ПКК. Вирішення задачі неусталеного руху в гідротехнічній споруді завжди було і є актуальним, тому що дозволяє комплексно та достовірно розрахувати перехідні процеси.

Результати розробок науковців нашої кафедри було залучено до проєктних та експлуатаційних рішень ПКК та відображено в багатьох випусках збірника «Гидравлика и гидротехника».

На даний час питання експлуатування ПКК залежить від постачання води до каналу. Перекриття доступу води в канал сприяє виникненню проблем з водопостачанням до сільськогосподарських земель Херсонської області. Рівень ґрунтової води підвищується. Це впливає на посилене випаровування, що в свою чергу, викликає надмірне засолення ґрунту. Тому виникає питання про експлуатацію споруд, які розташовані в зоні підвищення ґрунтових вод. Ця проблема є проблемою державного значення і вирішення її можливе лише при залученні науково-інженерного потенціалу всієї країни.

У нашому університеті відкрито нову спеціальність 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології», що сприятиме підготовці молодих спеціалістів, здатних вирішувати проблеми експлуатування гідротехнічних споруд із застосуванням новітніх технологій, та продовжити наукові традиції кафедри.