

Висновки

Згідно з даними досліджень щодо інтенсифікації процесу очистки в дискових обертових біофільтрах (спосіб розосередженої подачі стічної води), пропонуємо впровадження цих споруд, самостійно, або в комплексі з іншими очисними спорудами для очистки стічних вод кемпінгів, туристичних баз, готелів та селищ, розташованих поблизу рекреаційних зон.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Стан довкілля України Найявність та основні показники роботи споруд для приймання, пропуску: матеріали інформаційно-аналітичного огляду / Український науково-дослідний інститут екологічних проблем. – Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України 2013. – 32 с.
2. Регіональна програма «Питна вода Одеської області» на 2010-2013 роки і період до 2020

- року: матеріали рішення обласної ради, (Одеса, 10 вересня 2010 р., № 1170-V) / Обласна Державна адміністрація Одеської області. – Одеса, 2010 – 54 с.
3. Таварткіладзе І.М. Сорбционные процессы в биофильтрах/ І.М. Таварткіладзе. – Москва : Стройиздат, 1989. – 125 с.
4. Таварткіладзе І.М., Нечипор О.М. Водовідведення. Очистка стічних вод. Книга 1. Очистка міських та промислових стічних вод : навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл. / І.М. Таварткіладзе, О.М. Нечипор. – Київ: КНУБА. – 2014. – 252 с.
5. Таварткіладзе І.М., Нечипор О.М. Водовідведення. Очистка стічних вод. Книга 2. Очистка міських та промислових стічних вод : навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / І.М. Таварткіладзе, О.М. Нечипор. – Київ: КНУБА. – 2014. – 107 с.
6. Деклараційний патент на винахід №33794 А Україна, МОНУ, ДПІВ С 02F 3/06. Спосіб очищення стічних вод/ С. Г.Дирікова, І. В. Довгань В. А., В.М. Савенков. – 98105216; Заявл.02.10.98; Опубл. 15.02. 2001; Бюл. №1.

УДК 532.50

Колотило М. І, Рязанцев О.І.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО УДАРУ У ВНУТРІШНІХ СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

Сучасні системи водопостачання представляють собою складний комплекс інженерних споруд для видобування, обробки, подачі та розподіленню води між споживачами. Системи подачі та розподілення води є обов'язковою частиною будь-якого водопроводу. Питома вага капітальних та експлуатаційних витрат, що припадає на них, складає до 60-80% загальної вартості системи водопостачання. Це обумовлює підвищені вимоги до вирішення задач проектування і експлуатації таких споруд, і до вибору оптимальних рішень.

Ефективність та довговічність водопровідних систем залежить як від їх вірного проектування так і від організації технологічних процесів експлуатації.

Особливо велике значення мають дослідження нестационарних процесів, виникнення яких пов'язано з вмиканням та вимиканням насосів, закриттям або відкриттям запірно-регулюючої та запобіжної арматури, заповненням трубопроводів водою й та ін.

Як показав досвід експлуатації водопровідних мереж, різкі коливання тиску (гідравлічний удар) можуть приводити до руйнування труб, поломок трубопровідної арматури, насосів і навіть до повного виходу з ладу насосних станцій.

Аварії, викликані гідравлічним ударом, приводять до суттєвих економічних втрат, через затрати на їх ліквідацію та перерви у подачі води на підприємства, що пов'язані з ремонтом. У зв'язку зі значними збитками, які можуть викликати аварії на системах, важливими є питання запобігання гідравлічних ударів та захисту насосних станцій та водопровідних мереж від гідравлічних ударів.

Розвиток науки і техніки призводить до появи та широкого застосування нових матеріалів, які мають властивості нехарактерні для традиційних матеріалів (наприклад сталі або чавуну) і за пружними властивостями не

Так, наприклад, зараз для виготовлення труб часто застосовують різні полімери (вініпласт (полівінілхлорид), поліетилен, поліпропілен і та ін.) та композитні матеріали. Такі труби все частіше використовуються і в системах водопостачання та в різних технологічних процесах. Полімери за своїми реологічними властивостями відносять до наслідково-пружних матеріалів, поведження яких при змінному навантаженні значно складніше ніж поведження пружних матеріалів для яких отримане розв'язання задачі гідравлічного удару [1].

Якщо раніше застосовувались, в основному, вентильні конструкції запірної арматури, які не дозволяли різко перекрити потік води, то зараз все частіше (особливо у внутрішніх системах) використовують кульові конструкції, які дозволяють дуже швидко перекрити (або відкрити) рух рідини. Під час цього можуть виникати гідравлічні удари різної сили.

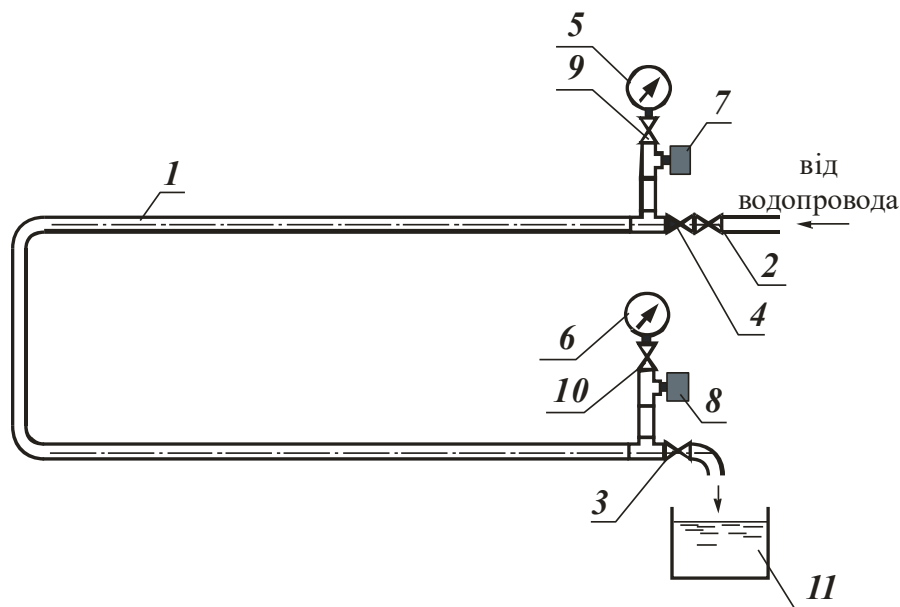
У минулому столітті розвиток міст та підприємств обумовив стрімке зростання водоспоживання й як наслідок будівництва складних систем водопостачання. До 70-х років минулого століття були вивчені основні фізичні та гідродинамічні процеси, які проходять у трубопровідних системах під час гідравлічного удару. З моменту виявлення явища гідравлічного удару до теперішнього часу постійно вдосконалювалися методи розрахунку цього явища з урахуванням розчиненого у воді повітря, розриву суцільності потоку, накладання хвиль додатного та від'ємного тиску. Масове використання обчислювальної техніки дозволило моделювати складні системи з багатьох ділянок, враховувати наявність різноманітної арматури та пристроїв, встановлених на мережі, враховувати режими водоспоживання [2, 3], вплив деформації трубопроводу на величину гідроудару [4], просторове положення трубопроводу [5], часткове «відновлення» втрат напору [6]. Раніше для розв'язання подібних задач використовувались переважно графічні методи [7, 8], які могли дати дуже приблизні результати.

Питання нестационарних процесів у трубопровідних системах намагалися в основному розв'язати для систем зовнішнього водопроводу.

Внутрішні системи водопостачання своїми особливостями значно відрізняються від зовнішніх. Для внутрішніх систем є несуттєвим питання втрат напору але актуальною є проблема зберігання цілісності та працездатності як самих трубопроводів, так і складного обладнання, що підключене до водопровідної системи. Від гідроударів у внутрішніх системах водопостачання в першу чергу «потерпають» підключені до систем холодного та гарячого водопостачання різноманітні побутові прилади – пральні та посудомийні машини, бойлери й т.ін., а також складне гідромеханічне обладнання – гідромасажні ванни, джакузі й т.ін. При цьому вартість обладнання значно перевищує вартість самої водопровідної системи. В країнах ЄС, наприклад, деякі виробники відмовляються давати гарантію на побутову техніку, яку вони виробляють, якщо в системах водопостачання буде відсутнє спеціальне захисне обладнання. Для зовнішніх систем водопостачання наявність приладів запобігання гідравлічному удару давно стало нормою, чого не можна сказати про внутрішні мережі.

Однією з особливостей систем водопостачання є неможливість проведення повноцінних натурних експериментів з дослідження перехідних процесів на діючих мережах через небезпеку виникнення аварій. Тому ми проводили досліди гідравлічного удару на експериментальній установці, яка імітувала частину системи внутрішнього водопроводу. Схема експериментальної установки наведена на рис. 1.

Установка складається з трубопроводу 1 довжиною 8,35 м, на початку та в кінці якого встановлені кулькові крани 2 та 3 відповідно. Також на початку та в кінці трубопроводу передбачена можливість приєднання приладів для вимірювання тиску: механічних манометрів 5, 6 та датчиків тиску (автономних манометрів) 7, 8 відповідно на початку та в кінці трубопроводу. В установці використовувалися механічні манометри класу точності 0,5 на 0,6 МПа та автономні манометри ЛТМА01 на 2,5 МПа. Автономні манометри спеціальними кабелями підключалися до комп'ютера, який записував їх показання.



1 – трубопровід, 2, 3, 9, 10 – крани, 4 – зворотний клапан, 5, 6 – механічні манометри, 7, 8 – манометри автономні ЛТМА01, 11 – мірна посудина.

Рис. 1. Схема дослідної установки.

Після крана 2 на початку трубопроводу встановлено зворотний клапан 4. В якості джерела водопостачання використана система господарчо-питного водопроводу гідралічної лабораторії кафедри Водопостачання каналізації і гідраліки ХНУБА.

Наявність зворотного клапану викликає необхідність імітування умов якомога ближче до ситуації, що може мати місце у внутрішній системі водопостачання житлової або громадської будівлі.

Для експериментальної установки були використані поліпропіленові труби WAVIN ЕКОPLASTІК діаметром 20'3,2 мм з мета-

левою оболонкою на тиск 20 бар (труба PP-R/Al/PP-R АЕ20'3,2). Зовнішній вигляд труби приведено на рис. 2, а розміри поперечного перерізу на рис. 3. Як видно з рис. 3, внутрішній діаметр труби складає 14,4 мм.

Витрата води під час проведення дослідів регулювалася змінням ступеню відкриття крану 3, що встановлений на кінці трубопроводу. Кран 2 на початку трубопроводу, в основному, при проведенні усіх дослідів був повністю відкритий і тільки при декількох дослідях він використовувався для створення гідроудару.

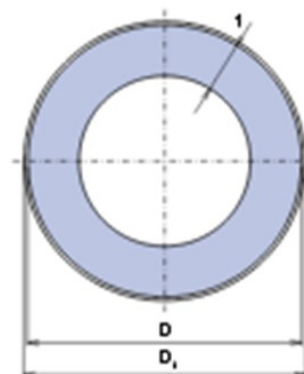
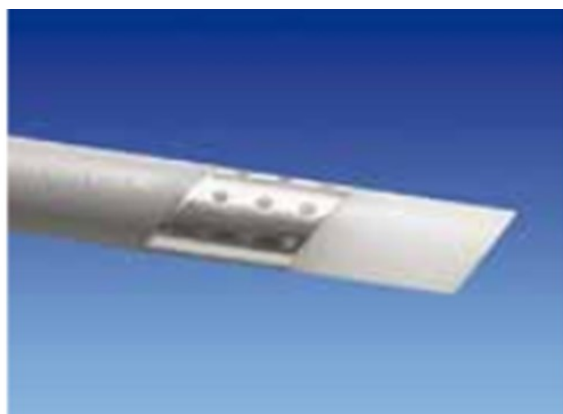


Рис. 2. Зовнішній вигляд труби.

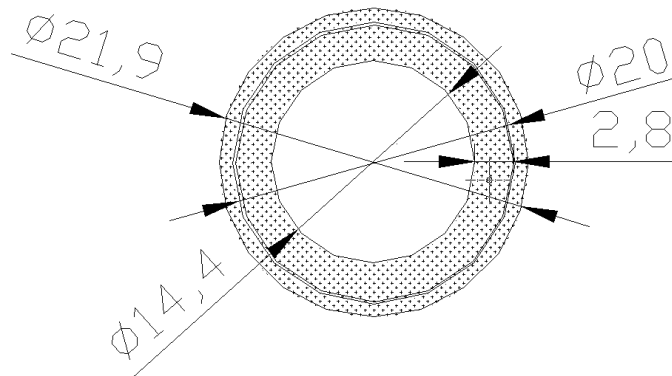


Рис. 3. Поперечний переріз труби

У кожному досліді після того, як установлювався постійний потік, проводилося вимірювання витрати, фіксувалися показання механічних манометрів, встановлених на початку та в кінці трубопроводу (поз. 5 та 6 відповідно), відключалися механічні манометри, вмикався запис автономними манометрами, встановленими на початку та в кінці трубопроводу (поз. 7 та 8 відповідно) і швидко закривався кран 3 на кінці трубопроводу. При деяких дослідях гідравлічний удар викликався швидким закриттям крана 2 на початку трубопроводу, а не крана 3. Витрата води вимірювалась об'ємним способом за допомогою мірної ємності 11 та секундоміра.

П'єзокристалічні датчики тиску (автономні манометри) вмикалися синхронно і, після вмикання запису показань на комп'ютері, різко закривали кран 3 в кінці трубопроводу або кран 2 на початку трубопроводу, внаслідок чого в трубі виникав гідравлічний удар. Коливання тиску, які при цьому мали місце, вимірювалися п'єзокристалічними датчиками тиску (автономними манометрами) з інтервалом 0.002 секунди і фіксувалися в цифровому вигляді комп'ютером.

При кожному досліді, коли коливання тиску припинялися (це було видно на моніторі комп'ютера), автономні манометри відключалися і дослід вважався завершеним.

Досліди повторювалися при різних ступенях відкриття крана 3, тобто при різних значеннях витрати a , відповідно, і при різних швидкостях руху води по трубопроводу та різних значеннях початкового тиску.

Результати дослідів показали, що значення тисків можуть сягати суттєвих вели-

чин, при яких система водопроводу і побутові прилади, які підключені до системи, можуть втратити працездатність. Результати дослідів будуть наведені у наступних публікаціях.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. – Избранные сочинения. Москва-Ленинград, 1948, т.2, с.3-73.
2. Streeter V.L., Wylie E.B. Hydraulic Transients. New York, Mc Craw - Hill, 1967. 317 p.
3. Лямаев Б.Ф., Небольсин Г.П., Нелюбов В.А. Стационарные и переходные процессы в сложных гидросистемах. Методы расчета на ЭВМ. Под ред. Б.Ф. Лямаева.- Л., Машиностроение. Ленинградское отделение, 1978. - 192 с.
4. Джоунс, Вуд. Влияние продольного перемещения границ на интенсивность гидравлического удара. – Труды Американского общества инженеров-механиков, Серия Д, Теоретические основы инженерных расчетов (русский перевод), 1972, т.94, № 2, С.200-20
5. Колотило Н.И. Экспериментальное исследование гидравлического удара в наклонном водоводе. – Строительство и архитектура / Известия ВУЗов, 1975, № 2, с.166-170.
6. Дикаревский В.С. Коэффициент гидравлического сопротивления, потери энергии на внутреннее трение в материале труб, интерференция волн при гидравлических ударах. – В кн.: Гидравлический удар в трубопроводах: Сб. тр. / Ленингр. ин-т. инж. железнодорожного транспорта, Ленинград, 1971, Выпуск 321, с.73-110.
7. Бержерон Л. От гидравлического удара в трубах до разряда в электрической сети. Общий графический метод расчета. (Перевод с франц.) М., Машгиз, 1962. 348 с.
8. Андрияшев М.М. Графические расчеты гидравлического удара в водоводах. – М.: Стройиздат, 1969. – 65 с.