

EFFICIENCY OF APPLICATION OF SOFTWARE ENVIRONMENT MATLAB DURING REALIZATION OF LABORATORY WORKS FROM ELECTRICAL ENGINEERING DISCIPLINES

V. Y. Ramsh, M. V. Potapenko, N. P. Semenova, O. O. Semenov

Abstract. *The problems of improving the educational process through the introduction of information technologies. Expedient is using of the prepared software products for the study of the special electrical engineering disciplines with development of complex of tasks for a certain educational object. Efficiency and effectiveness of the use of programmatic package of MatLab are reasonable during realization of laboratory employments after the educational course of "Basis of automation".*

Keywords: *educational discipline, laboratory employment, application package*

УДК 631.3:621.1

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА МІСЦЕВИХ ОПОРІВ ЗА НАПІРНОГО РУХУ РІДИНИ

В. Є. ВАСИЛЕНКОВ, кандидат технічних наук, доцент
*Національний університет біоресурсів
і природокористування України*
E-mail: wasil14@ukr.net

Анотація. *В системі водопостачання сільськогосподарських об'єктів розрахунок водопровідної мережі є важливою технологічною операцією. Складність і різноманітність факторів, що обумовлюють рух рідин, у більшості випадків, не дозволяють одержати чіткого теоретичного рішення для різних видів течії в залежності від виду місцевого опору. Тому важливою проблемою є пошук і обґрунтування шляхів підвищення ефективності методів визначення місцевих втрат напору.*

У статті наведено результати дослідження щодо визначення зменшення втрат напору за рахунок змінювання коефіцієнта втрат напору на місцевих опорах.

Теоретична складова досліджень руху рідини в напірному трубопроводі з різними видами місцевих опорів здійснювалась із застосуванням елементів гідродинаміки, які базуються на рівнянні Д. Бернуллі. Експериментальні дослідження проводились на спеціально розробленому стенді.

Результати дослідження показали, що одним із перспективних напрямів розвитку системи водопостачання є визначення

© В. Є. Василенков, 2017

енергетичних характеристик потоку рідини із застосуванням рівняння Д. Бернуллі, проведений аналіз руху рідини на різних видах місцевого опору на експериментальній установці дозволив зв'язувати методичні підходи до визначення коефіцієнтів місцевих опорів. Результати аналітичного дослідження є підґрунтям для розрахунку місцевих втрат напору на кожній ділянці трубопроводу, що має забезпечити підвищення економічної ефективності системи водопостачання на 10 – 15 %.

Ключові слова: *рух рідини, втрати напору, тиск, напірний трубопровід, коефіцієнт місцевих опорів*

Актуальність. Розрахунок водопровідної мережі є важливою технологічною операцією в системі водопостачання сільськогосподарських об'єктів [1-4]. Важливою операцією за розрахунку водопровідної мережі є знаходження втрат напору на кожній ділянці трубопроводу. При цьому дані втрати складаються із втрат напору за довжиною трубопроводу і місцевих втрат напору. На сьогодні для інтенсифікації процесу знаходження повних втрат напору визначають тільки втрати за довжиною трубопроводу, а місцеві втрати визначають за допомогою коефіцієнта, який враховує втрати напору в місцевих опорах трубопроводу за рахунок збільшення на 10 – 15 % втрати за довжиною трубопроводу. Складність і різноманітність факторів, що обумовлюють рух рідин, у більшості випадків не дозволяють одержати чіткого теоретичного рішення для різних видів течії в залежності від виду місцевого опору. Тому важливою проблемою є пошук і обґрунтування шляхів підвищення ефективності методів визначення місцевих втрат напору за рахунок поєднання теоретичних основ гідравліки з постановкою гідравлічних експериментів, що підвищить техніко-економічні показники системи водопостачання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Низька якість проектних і будівельно-монтажних робіт системи водопостачання призводять до перевитрати електроенергії і капіталовкладень на 20-30%. Неправильний підбір і установка насосного обладнання призводять до перевитрати електроенергії до 30%, скорочення терміну служби насосів в 1,5-2 рази. Відсутність технологій і технічних засобів управління та захисту машинних систем для видобутку та транспортування вод, відсутність обліку та контролю подачі та споживання води – до втрат більше 30% води і перевитрати електроенергії [1].

На практиці системи трубопроводів складаються з окремих ділянок, часто різних за діаметрами, з'єднаних поміж собою трійниками, відводами і т. п. Крім того, в систему можуть включатись клапани різних конструкцій, засувки та інша арматура. На ділянках, де змінюється діаметр трубопроводу, різкого повороту, а також встановлення будь-якої арматури відбуваються додаткові втрати напору. Вони обумовлені різкою зміною величини або напрямку середньої швидкості і зветься втратами напору на місцевих опорах [4]. Кількісне визначення втрат напору на місцевих опорах є однією з головних і актуальних задач гідродинаміки.

Мета дослідження – визначення зменшення втрат напору за рахунок процесу змінювання коефіцієнта втрат на місцевих опорах.

Матеріали і методи дослідження. Теоретична складова досліджень руху рідини в напірному трубопроводі з різними видами місцевих опорів здійснювалась із застосуванням елементів гідродинаміки, які базуються на рівнянні Д. Бернуллі. Експериментальні дослідження проводились на спеціально розробленому стенді.

Результати досліджень та їх обговорення. Розрізняють два види втрат напору: втрати за довжиною і втрати на місцевих опорах.

Загальні втрати напору визначаються із залежності:

$$h_v = h_l + h_m, \quad (1)$$

де h_l – втрати напору за довжиною трубопроводу;

h_m – втрати напору на місцевих опорах.

Втрати напору за довжиною трубопроводу обумовлюються роботою сил тертя. За руху рідини вони розподіляються рівномірно за довжиною трубопроводу постійного перерізу й збільшуються пропорційно до довжини труби.

Втрати напору на місцевих опорах обчислюються за формулою Вейсбаха:

$$h_m = \xi \frac{V^2}{2g}, \quad (2)$$

де ξ – коефіцієнт втрат на місцевому опорі (безрозмірний);

V – середня швидкість в перерізі трубопроводу (звично за місцевим опором або ж перед ним).

Значення коефіцієнта ξ залежить від виду місцевого опору, числа Рейнольдса i , в певній мірі, від шорсткості стінок, а для різного роду запірних пристроїв (засувки, затвори, крани та ін.) – від ступеню їх відкриття.

З огляду на складність явища, що відбувається в рідині, яка протікає через місцевий опір, тільки в окремих випадках коефіцієнт ξ може бути обчислений теоретичним шляхом (раптове звуження або раптове розширення трубопроводу). У переважній більшості коефіцієнт ξ визначають експериментальним шляхом і виражають у вигляді емпіричних формул, графіків або таблиць. Звично значення цих коефіцієнтів приводяться у відомих довідниках із гідравліки.

Дані щодо коефіцієнтів місцевих опорів, наведені в довідниковій літературі, відносяться до турбулентного режиму руху із значними числами Re , де прояв ефектів в'язкості рідини незначний. Вважається, що за ламінарного режиму руху або близького до нього коефіцієнт ξ більшою мірою залежить від числа Рейнольдса. У цьому випадку втрати напору пропорційні швидкості в першій степені, а коефіцієнт місцевих опорів пов'язаний з числом Re залежністю:

$$\xi = \frac{A}{Re}, \quad (3)$$

де A – стала величина, що залежить від виду місцевого опору, його форми й ступеню стиснення потоку.

За великих значень числа Рейнольдса (у квадратичній області опору) формуються відривні течії, які і є основною причиною місцевих опорів. У цій області коефіцієнт ξ для певного місцевого опору вважається постійним.

Вельми важливий взаємовплив місцевих опорів за близького їх розташування. Таке розташування місцевих опорів має місце у вентиляційних системах, на насосних станціях і т. п. При цьому сумарний опір може виявитися більшим або меншим, ніж сума втрат напору в окремих місцевих опорах. Якщо відстань між місцевими опорами більше п'яти діаметрів трубопроводу, то їх взаємний вплив не враховується.

У лабораторних умовах втрати напору на місцеві опори визначаються згідно рівняння Бернуллі:

$$h_m = \left(z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right). \quad (4)$$

Тобто для визначення втрат напору достатньо знати питому енергію потоку перед місцевим опором і за ним. У тому випадку, коли цей опір розташований на горизонтальному трубопроводі постійного діаметру, вираз 4 суттєво спрощується і втрати напору на такому місцевому опорі визначають за різницею показників п'езометрів, що розміщені перед місцевим опором і за ним, тобто:

$$h_m = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g}. \quad (5)$$

Схема установки для дослідження коефіцієнтів місцевих опорів представлена на рис. 1.

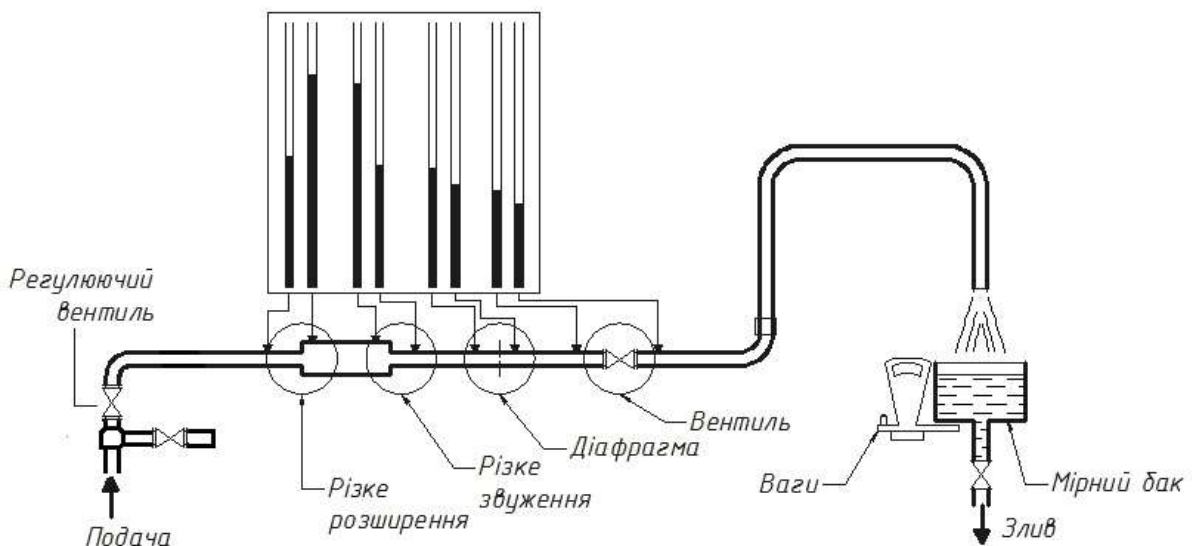


Рис. 1. Схема установки для дослідження місцевих опорів

Подача води здійснюється з напірного баку, а витрата її за робочим трубопроводом регулюється вентилем. Робочий трубопровід складається з двох послідовно з'єднаних ділянок труб, що мають різний діаметр. На трубопроводі встановлені такі місцеві опори: різке розширення, різке

звуження, діафрагма і вентиль. До кожного місцевого опору підключено по два п'єзометра (перед місцевим опором і за ним). Усі п'єзометри для зручності обліку попарно зібрані в батарею п'єзометрів. Для вимірювання витрат води під час проведення дослідів використовується мірний бак з терезами (див. рис.1). До початку виконання дослідів приводять установку в робоче положення, а саме випускають повітря з трубопроводу та п'єзометрів і встановлюють певну витрату води. Після досягнення стійких показників п'єзометрів визначають ваговим способом витрату води (що протікає трубопроводом), для чого засікають час і вагу (а отже і об'єм) наповнення мірного баку. Для кожного місцевого опору знімають показники п'єзометрів. Усі вимірювальні величини (в тому числі й діаметри трубопроводу на ділянках) заносять у відповідні графи журналу дослідницьких робіт. Відповідно заносять і розрахункові дані, а також дані з довідкової літератури.

У тому випадку, коли місцевий опір розташований на трубопроводі однакового діаметра, різниця показів п'єзометрів являє собою втрати напору на даному місцевому опорі. На різкому розширенні та звуженні для одержання втрат напору до різниці показників п'єзометрів треба додати алгебраїчну різницю швидкісних опорів перед місцевим опором і за ним, тобто:

$$h_m = \left(\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} \right) + \left(\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right) \quad (6)$$

Для визначення швидкісного напору обчислюють витрату Q , середню швидкість в перерізі знаходять із відношення витрати до живого перерізу. Приймавши коефіцієнт Коріоліса $\alpha = 1,0$, знаходять швидкісний напір.

За обчислення коефіцієнта втрат на місцевому опорі ξ необхідно втрати напору розділити на швидкісний напір (за швидкістю після місцевого опору).

Коефіцієнти втрат напору, одержані дослідним шляхом, порівнюються з коефіцієнтами, що беруться із довідника за гідравлічними розрахунками.

Висновки і перспективи. Одним із перспективним напрямів розвитку системи водопостачання є визначення енергетичних характеристик потоку рідини із застосуванням рівняння Д. Бернуллі.

Проведений аналіз руху рідини на різних видах місцевого опору на експериментальній установці дозволив зв'язувати методичні підходи до визначення коефіцієнтів місцевих опорів.

Результати аналітичного дослідження є підґрунтям для розрахунку місцевих втрат напору на кожній ділянці трубопроводу, що має забезпечити підвищення економічної ефективності системи водопостачання на 10 – 15 %.

Список використаних джерел

1. Гришин, А. П. Создание технических систем управляемого водопользования в сельском хозяйстве: автореф. ... д-ра техн. наук: 05.20.01/ А. П. Гришин. – ГНУ ВИМ. – М., 2011. – 47 с.
2. Запольський, А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
3. Найманов, А.Я. Водоснабжение / А. Я. Найманов, С. Б. Никиша. – Донецк: Норд – прес, 2004. – 649 с.
4. Дідур, В. А. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривід / В. А. Дідур, О. Д. Савченко, С. І. Пастушенко, С. І. Мовчан. – Запоріжжя: Прем'єр, 2005. – 463 с.

References

1. Grishin, A. P. (2011). Sozdaniye tekhnicheskikh sistem upravlyayemogo vodopol'zovaniya v sel'skom khozyaystve [Creation of technical systems managed water use in agriculture]. Moscow, 47.
2. Zapolskyi, A. K. (2005). Vodopostachannia, vodovidvedennia ta yakist vody [Water, sanitation and water quality]. Kyiv, Vyshcha shkola, 671.
3. Naymanov, A. YA., Nikisha, S.B. Vodospabzheniye [Water supply]. Donetsk: Nord, – pres, 649.
4. Didur, V. A., Savchenko, O. D. Pastushenko, S. I., Movchan, S. I. (2005). Hidravlika, silskohospodarske vodopostachannia ta hidropnemopryvid [Hydraulics, agricultural water supply and hidropnemopryvid]. Zaporizhzhia: Prem'ier, 463.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ НАПОРНОМ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ

В. Є. Василенков

Аннотация. В системе водоснабжения сельскохозяйственных объектов расчет водопроводной сети является важной технологической операцией. Сложность и разнообразие факторов, обуславливающих движение жидкостей, в большинстве случаев не позволяют получить четкого теоретического решения для различных видов течения в зависимости от вида местного сопротивления. Поэтому важной проблемой является поиск и обоснование путей повышения эффективности методов подсчета местных потерь напора.

Цель исследования – уменьшение потерь напора за счет исследования процесса изменения коэффициента потерь напора на местных сопротивлениях.

Теоретическая составляющая исследований движения жидкости в напорном трубопроводе с различными видами местных сопротивлений осуществлялась с применением элементов гидродинамики, основанные на уравнении Д. Бернулли. Экспериментальные исследования проводились на специально разработанном стенде.

Результаты исследования показали, что одним из перспективных направлений развития системы водоснабжения является определение энергетических характеристик потока жидкости с применением

уравнения Д. Бернулли, проведен анализ движения жидкости в различных видах местного сопротивления на экспериментальной установке позволил определить методические подходы к определению коэффициентов местных сопротивлений. Результаты аналитического исследования являются основой для расчета местных потерь напора на каждом участке трубопровода, который должен обеспечить повышение экономической эффективности системы водоснабжения на 10-15 %.

Ключевые слова: движение жидкости, потери напора, давления, напорный трубопровод, коэффициент местных сопротивлений

STUDY COEFFICIENT OF LOCAL RESISTANCE WHEN PRESSURIZED FLUID MOTION

V. E. Vasilenkov

Abstract. *In the water supply agricultural facilities calculation of water supply network is an important technological operations. The complexity and diversity of factors contributing to the movement of fluids, in most cases, not present a clear theory solutions for different types of flow depending on the type of local resistance. Therefore, the important issue is finding and study ways to improve methods for calculating the local head loss*

The aim of the study is to reduced head losses due to the research process variation coefficient of head loss in the local piers.

Theoretical research component of the fluid in the pressure pipe with different types of local resistance was carried out with the use of hydrodynamic elements based on the equation of Daniel Bernoulli. Experimental studies conducted on a specially designed stand.

The results showed that one of the prospective areas of the water system is to determine the energy characteristics of fluid flow using Daniel Bernoulli equation, the analysis of the fluid at different types of local resistance to the experimental setup allowed methodical approaches to determining the coefficients of local resistance. The results of analytical research is the basis for calculating the local head loss in each section of the pipeline that will ensure increased economic efficiency of water for 10-15 %.

Keywords: *fluid motion, loss of pressure, pressure, pressure line, the coefficient of local resistance*