

**М. В. ЛОБУРЕНКО, А. А. ПАПЧЕНКО, О. А. МАТВІЄНКО**

## **АНАЛІЗ СПІРАЛЬНОГО ВИХРОВОГО РУХУ РІДИН ТА МОЖЛИВОСТІ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМАХ**

**АНОТАЦІЯ** Розглянуто можливість підвищення ефективності гідравлічних систем за рахунок створення вихрового руху в трубопроводній мережі. Проведено аналіз попередніх досліджень використання вихрових течій в технічних спорудах, а також утворення вихрових структур в природних умовах. Описано методику проведення експерименту. Виконано ряд експериментальних досліджень з трубами різної форми, додатковими завихрюючими елементами та отримані відповідні значення. Проведено аналіз негативних результатів. Викладені основні напрямки подальших досліджень.

**Ключові слова:** вихровий рух, зниження втрат, Шаубергер, гелікоід, енергозбереження.

**M. LOBURENKO, A. PAPCHENKO, O. MATVIENKO**

## **SPIRAL VORTEX MOTION FLUID ANALYSIS AND POSSIBILITIES OF ITS USE IN THE HYDRAULIC SYSTEMS**

**ABSTRACT** The article reveals the possibility of hydraulic systems efficiency increase by creating optimal conditions for mutual functioning of pipeline network and pump as a single unit. The problems were defined as following: non-optimal using of hydraulic systems; need of increase of centrifugal pump efficiency. The main goal of the article is the analysis of natural principle of liquids swirling motion and applying such motions in hydraulic systems. This goal was set in consideration that, natural motions are well harmonized and go on with minimal losses of energy. Previous investigations of swirling motions were observed. Possibility of using swirling natural liquid flows in engineering structures is revealed. Proposed method of solving the problems is experimental investigation of swirling structures. Swirling structures were created with special turbulizers (vortex generators) installed on inlet tube, a spiral wire with a constant pitch or by changing geometric form of pipes under experiment. It was determined that the maximum losses is for the tube with using spiral wire inside the tube, a pipe with minimum losses is plastic turbulizer printed on a 3D printer. However losses in all cases were greater than in the conventional straight circular tube. The article gives a review of laboratory set-up for experimental investigations. More than 20 experiments were performed with using different geometric pipe forms and auxiliary turbulizing elements. A range of respective results was obtained. They revealed imperfections of physical experiments and suggested ways of correction. Investigations in this direction will allow regulating energy losses in pipeline system, that will result in hydraulic system efficiency, and also reducing energy consumption while pumping liquids.

**Key words:** swirling motions, losses reduce, Schauburger, helicoid, energy saving.

### **Вступ**

Сучасне насособудування, згідно з S-подібною кривою (рис. 1), знаходиться на етапі, коли необхідні нові поштовхи для подальшого розвитку і підвищення ККД насосів. Це впливає з того, що в області підвищення ККД насоси майже досягли свого максимального значення [1]. Так як насос є лише частиною гідравлічної мережі, важливим аспектом є розгляд всієї системи в цілому. Слід зазначити, що на сьогоднішній день в світі існує розуміння того, що основний резерв підвищення ефективності гідравлічних систем знаходиться в сумісній роботі насоса і мережі. Саме тому значна частина досліджень направлена на підвищення ефективності за рахунок оптимізації трубопроводної мережі [2–4]. Для енергозбереження, на сьогодні, пропонуються методи регулювання привода насоса [5], а також проводяться детальні аналізи несправностей та відмов насосних установок та трубопроводних мереж [6].

За рахунок трубопроводної мережі ми можемо підвищити ефективність всієї системи в цілому.

### **Мета роботи**

У роботі пропонується створити трубопровід з найсприятливішою формою перерізу і геометрією для протікання рідини в цьому трубопроводі, з мінімальними втратами.

Метою роботи є представлення нового способу підвищення ефективності трубопроводної мережі. В даній статті звертається увага на вплив вихрового руху, та аналіз руху потоку рідин в природних умовах. Варто зазначити, що вихровий рух вже широко використовується в теплоенергетиці для підвищення тепломасопередачі [7, 8]. Основним завданням даної роботи є зменшення втрат на тертя по довжині трубопроводу за рахунок створення вихрових структур в потоці рідини.

### **Викладення основного матеріалу**

Одним з основних припущень при розрахунку трубопроводів вважається, що круглий переріз буде оптимальною формою для протікання рідини, так як при заданій площі периметр тертя буде мінімальним, а пропускна спроможність – максимальною. Але в таких випадках не розглядається

вплив вихрового та спірального характеру руху рідин, на що звертали увагу деякі вчені та натуралісти [9–11].

Якщо проаналізувати характер руху деяких природних явищ, то можна спостерігати, що всі ці явища мають вихровий характер. Так, наприклад, спостерігаючи за річками, можна побачити, що траєкторія руху течії не є прямою лінією, а навпаки має безліч перегинів та поворотів (рис. 2). Слід зазначити, що в природі всі явища протікають з мінімальними втратами енергії, тому можна припустити, що саме такий рух буде більш ефективним, ніж рух по прямій траєкторії. Можна стверджувати, що такий рух зумовлений особливостями геології, але це не зовсім так. Якщо провести дослід використовуючи гладку поверхню, наприклад скло, то побачимо таку ж саму картину руху рідини. Варто зазначити, що в повороті відбувається не лише зміна основного напрямку потоку, а і його перевертот (рис. 3), на що в 1914 році звернув увагу вчений Мілович, досліджуючи рух рідини під час повороту в каналі. Він назвав цей поворот неробочим згином течії рідини, тобто таким, що не потребує затрат енергії.

Аналізуючи рух річок В. Шаубергер створив жолоб для сплаву лісу [12], який гарно виконував свою функцію, але, нажаль, ніхто не зміг створити аналогічний проект. Важливу роль відіграла форма перерізу та траєкторія самої конструкції (рис. 4), що нагадувала траєкторію руху річок. При цьому спеціальні дерев'яні рейки, на бокових поверхнях жолобу, закручували воду на місцях перегину каналу, немов нарізи в стволах зброї, проти годинникової стрілки на лівих поворотах каналу і за годинниковою на правих.

Таким чином, за допомогою створення спеціальної структури руху рідини вдалося вирішити проблему, котру без цього вирішити було майже неможливо.

До використання вихрів також можна віднести технологію подачі води на Криті, яка має схожі риси і є залишком стародавньої Мінойської культури. Труби конічної форми виконані із кераміки, з'єднуються одна з одною, як показано на рис. 5. Також дана форма надає такий рух рідині, який запобігає зменшенню прохідного перерізу трубопроводу через відкладення осадів та забрудненню на його стінках. Деякі ділянки трубопроводу були виконані з певним нахилом вгору. В деяких частинах були знайдені спеціальні направляючі лопатки [13].

Цікавими є дослідження В. Шаубергера та Ф. Поппеля. В 1952 році в інституті гігієни при Штутгартському технологічному університеті було проведено ряд дослідів для визначення втрат напора на тертя в трубах різної форми та різних перерізів (рис. 6). Схема експериментальної установки показана на рис. 7. Вода подається з труби до резервуару, в якому підтримується постійний

рівень водяного тиску, потім вода проходить через дослідну трубку, поступає до випускної камери. Поряд з виходом знаходиться три скляні трубки, що виконують роль п'езометрів. Ліва трубка показує напір і напряму зв'язана з резервуаром. Середня і права трубки з'єднані з кінцем дослідної труби і показують підвищення, або зниження тиску.

Результати проведених досліджень та більш детальний опис є у листі В. Шаубергера до Ф. Поппеля [14]. На рис. 7 зображена мідна гелікоїдна труба. Форма перерізу труби показана на рис. 8 і нагадує ріг антилопи Куду, що вказує на девіз Шаубергера «зрозуміти і копіювати природу».

На рис. 9 показано графік досліджень. У скляній трубці було отримано найбільші втрати на тертя. На графіку видно коливання значень тертя в трубах із закруткою. Значно відрізняється характеристика гелікоїдної трубки. Поппель зауважував, що в спіральної трубці було помічено фактичне зменшення сили тертя до нуля. Однак, на графіку втрати явно виходять в негативну область, хоча і не набагато. Навряд чи Поппель не розумів, що малювати графік з негативними втратами – це зовсім не те ж саме, що малювати графік з нульовими втратами. Адже негативне тертя означає розгін і, отже, отримання додаткової механічної енергії. Проте два значення в таблиці результатів при витратах 0,29 і 0,30 л/с змусили його намалювати графік саме так. Втім, вихід в негативну область в даному випадку занадто малий і не підтверджений прямими експериментальними вимірами, щоб про нього можна було говорити як про факт. Проте, твердження Шаубергера про можливість руху в гору річки з відкритим руслом не так вже й безпідставні. Однак, нульовий опір, або навіть негативний, може забезпечити таке явище лише при незначному підйомі.

### Обговорення результатів

Для аналізу впливу вихрового руху на значення втрат напора по довжині трубопроводу, на кафедрі прикладної гідроаеромеханіки СумДУ було спроектовано та виготовлено експериментальний стенд (рис. 10).

Експериментальна установка (рис. 11) складалася із: верхнього баку 1, що встановлений на зварній рамі 5 ( $H = 2$  м), приймального баку 2, мірного баку 3, зливного баку 4, електронасосу 6, кранів 7, шкали для заміру об'єму рідини 8, крану для регулювання витрат 9, дослідної трубки 10, хомутів для кріплення трубки 11, трубок для відбору тиску 12, п'езометричних трубок 13, трубовідвідної мережі системи 14.

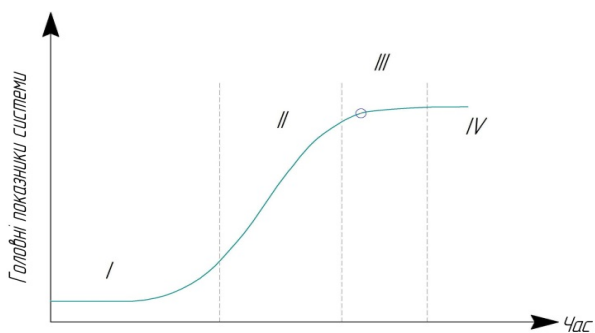


Рис. 1 – S-подібна крива розвитку технічних систем: I – перший етап розвитку технічної системи; II – етап стрімкого розвитку технічної системи; III – етап модернізації та вдосконалень (спад розвитку суттєвих змін технічної системи); IV – етап завершення розвитку технічних систем (змін не відбувається)



Рис. 2 – Звивистий характер річок

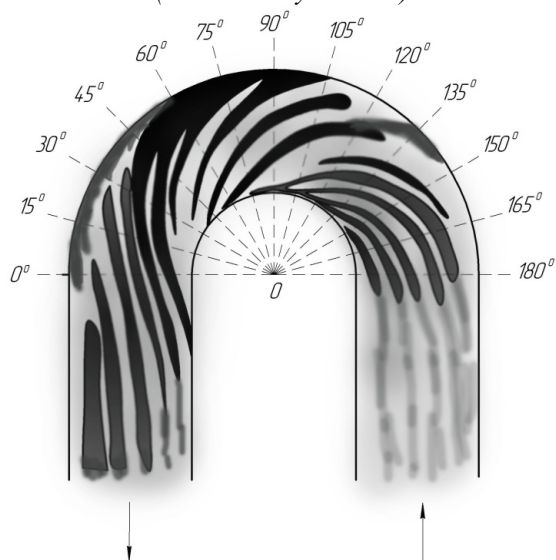


Рис. 3 – Поворот течії рідини в каналі

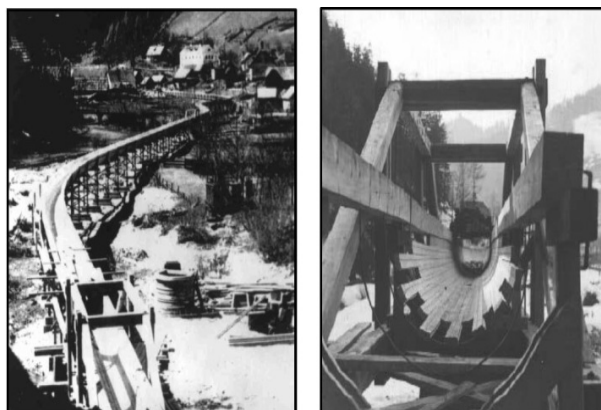


Рис. 4 – Жолоб для лісосплаву



Рис. 5 – Конічний трубопровід

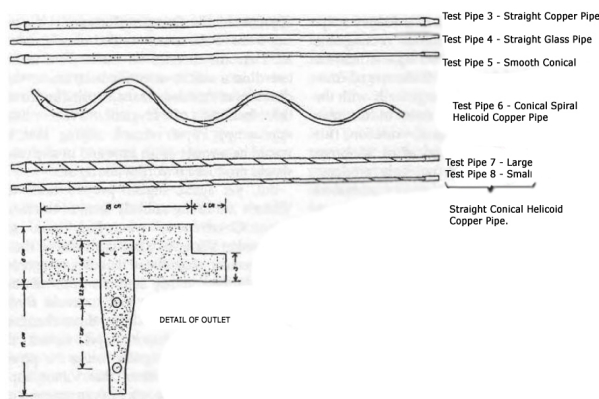


Рис. 6 – Дослідні труби представлені Шаубергером

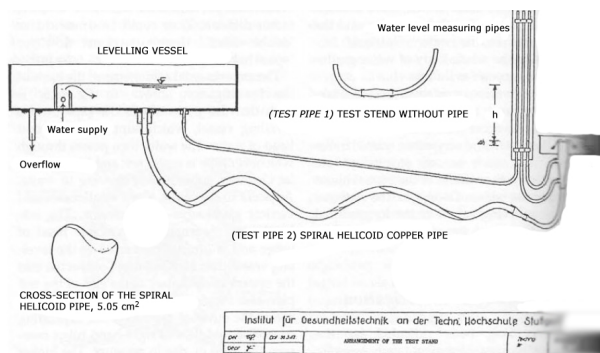


Рис. 7 – Схема дослідної установки

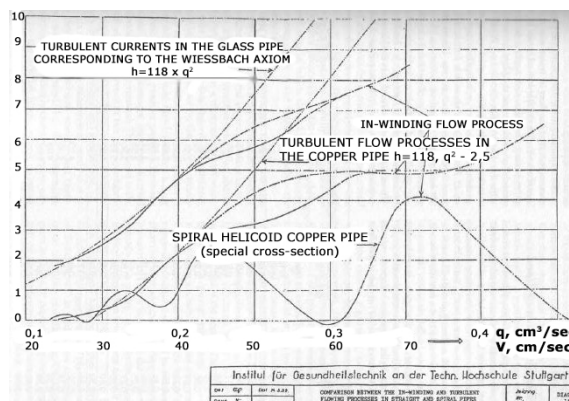


Рис. 9 – Характеристики втрат на тертя в дослідних трубах

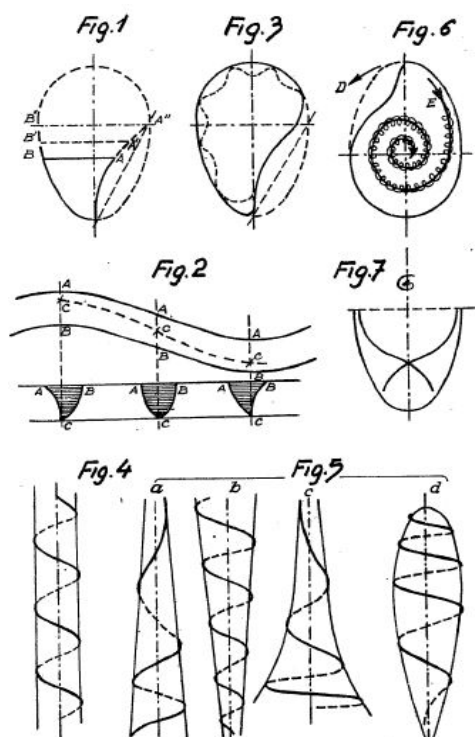


Рис. 8 – Форма перерізу дослідних труб:  
 Fig. 1 – профіль відкритого каналу; Fig. 2 – поздовжній переріз каналу; Fig. 3 – закритий профіль;  
 Fig. 4 – приклад виконання трубопроводу;  
 Fig. 5 – приклади різних форм трубопроводів;  
 Fig. 6 – спеціальна форма профілю для закрутки рідини; Fig. 7 – форма резервуару із закрученими трубами

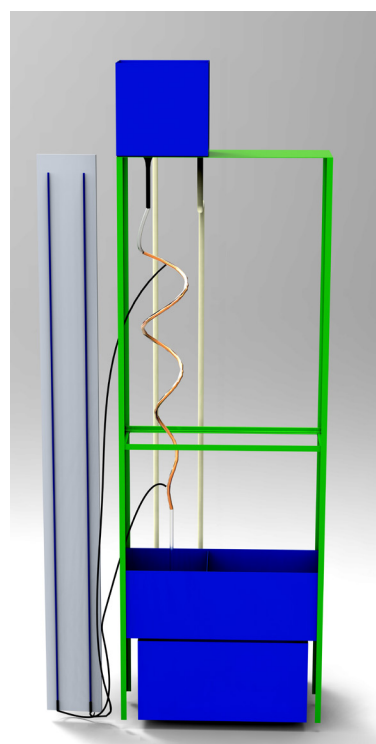


Рис. 10 – Експериментальна установка для визначення втрат в дослідних трубах

Напірний бак 1 має перегородку для забезпечення постійного рівня рідини під час експерименту.

Під час роботи насос 6 нагнав робочу рідину в напірний бак 1. У напірному баці надлишкова рідина стікала до зливного баку 4 по трубопроводу 14. Витрати замірялися об'ємним способом за допомогою шкали в мірному баці 8 і секундоміра. Різниця перепадів рівнів п'єзометрів показує величину втрат. Було проведено більше 20 експе-

риментів з трубами різної закрутки, форм поперечного прерізу та додатковими направляючими елементами. Порівняно із втратами у звичайній рівній мідній трубі круглого перерізу, всі досліди дали зростання втрат на тертя, або просто не впливали на втрати напору по довжині труби. На рис. 12 приведено приклад деяких експериментів. Варто наголосити, що отримані результати є лише основою для подальших досліджень, в тому числі і для визначення оптимальних режимів руху рідини.

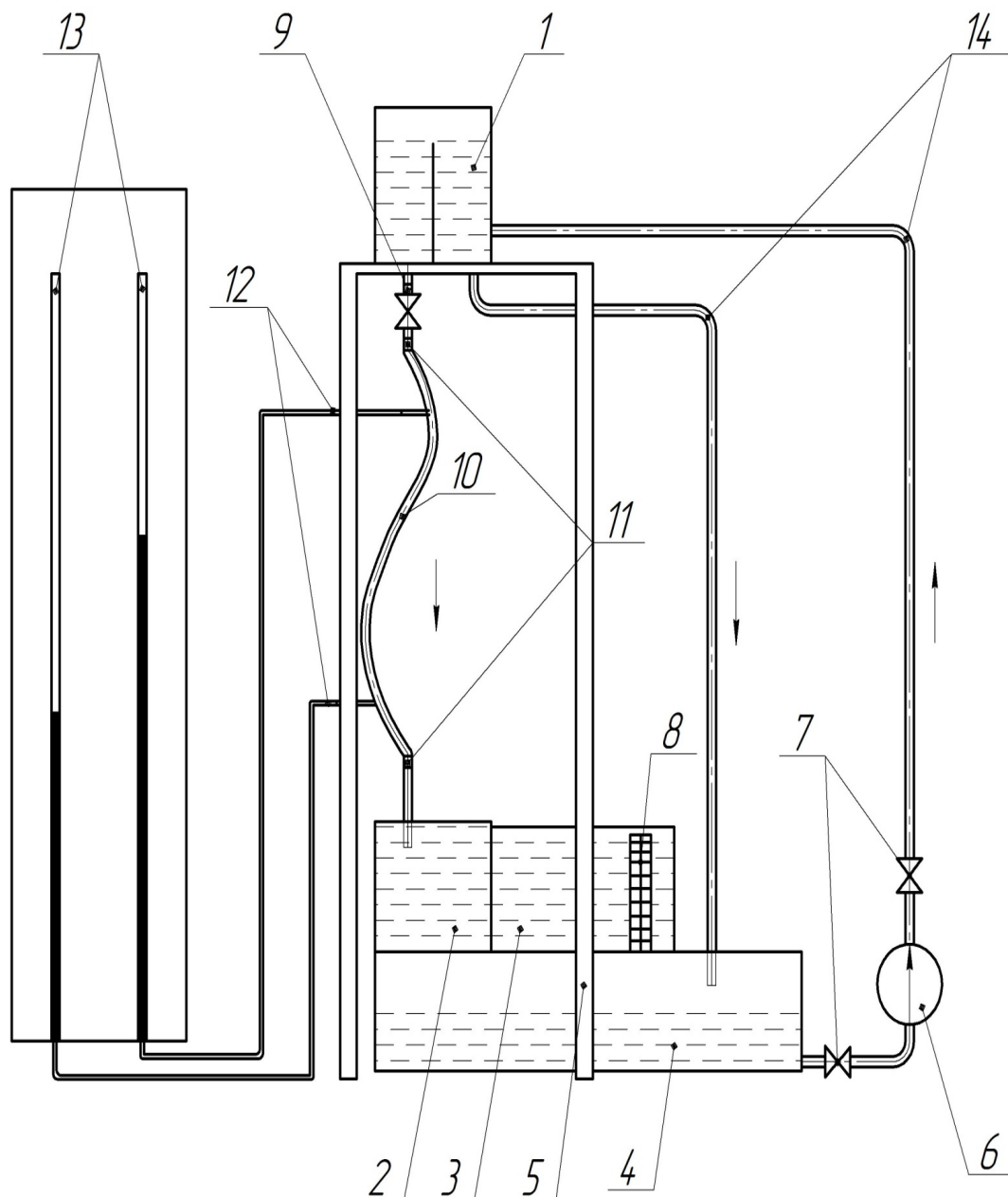


Рис. 11 – Схема експериментальної установки:

- 1 – верхній бак; 2 – приймальний бак; 3 – мірний бак; 4 – зливний бак; 5 – зварна рама ( $H = 2$  м);  
 6 – електронасос; 7 – крани; 8 – шкали для заміру об'єму рідини; 9 – кран для регулювання витрат;  
 10 – дослідна трубка; 11 – хомути для кріплення трубки; 12 – трубки для відбору тиску;  
 13 – н'езометричні трубки; 14 – трубопровідна мережа системи

Рис. 12 – Втрати в дослідних трубах

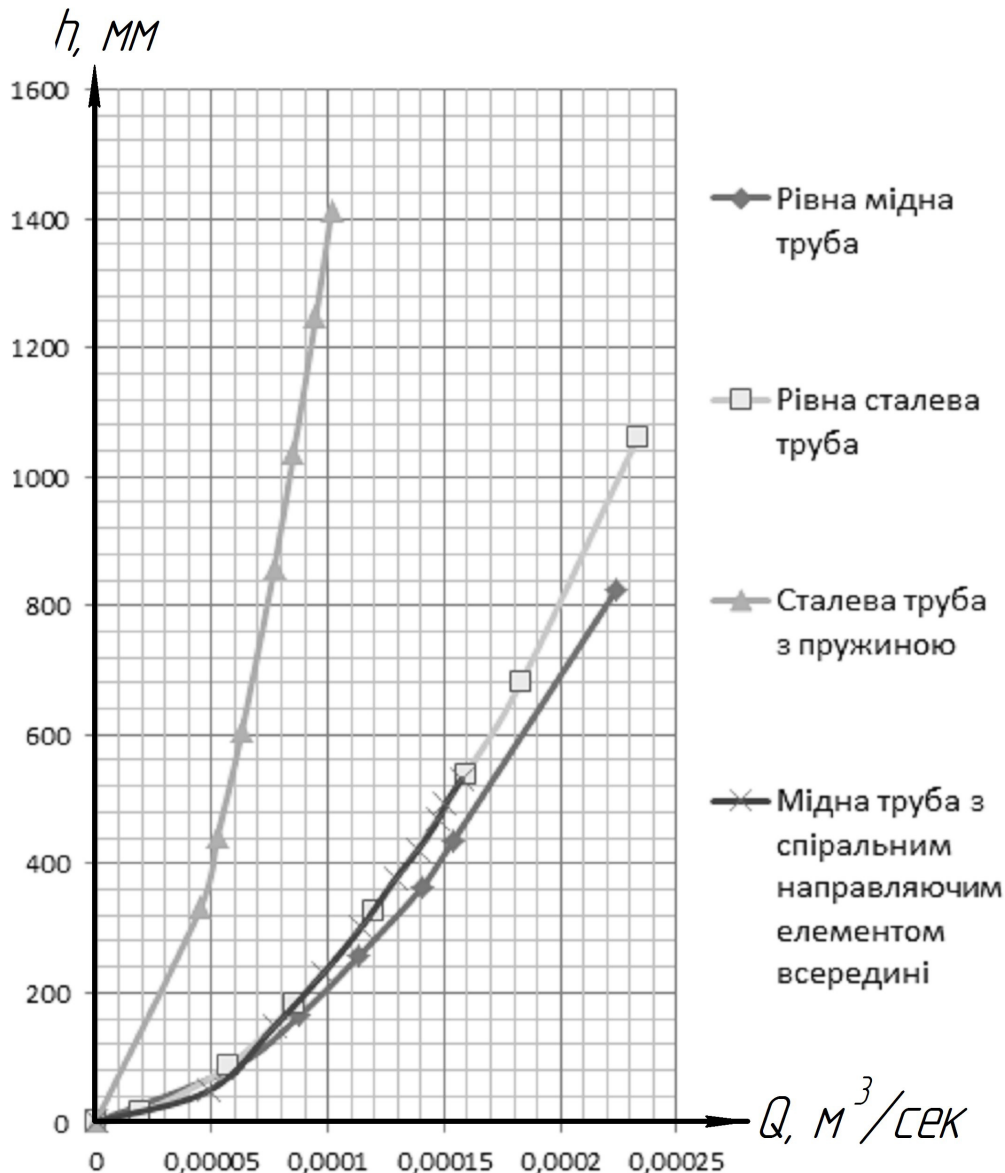
Визначено, що при спробі надання потоку вихрової структури, за рахунок турбулізаторів потоку, або зміни геометрії трубопроводу, зростають втрати на тертя. Причиною підвищення втрат може бути ряд факторів, таких як:

- малий прохідний діаметр труби (10 мм);
- малий крок спіральної пружини (18 мм), через який відбувається несвоєчасне розсіювання вихру;
- турбулізатори, що задають необхідну

закрутку, створюють додатковий місцевий опір при розміщенні всередині труби.

В зв'язку з цим пропонується:

- проведення експерименту з використанням труб більшого діаметру;
- використання завихрюючих воронки на вході в дослідну трубу;
- варіювання кроком та довжиною спіральних направляючих елементів в дослідному трубопроводі.



### Висновки

1 При сучасному стані насособудування в області підвищення енергоефективності потрібен новий підхід, а саме створення спеціального вихрового руху рідини в трубопроводній системі, що може надати значний поштовх для розвитку більш ефективних гідравлічних систем, при умові розгляду не лише насоса, а комплексної задачі – сумісної роботи мережі і насосу.

2 Отримані чисельні дані експериментальних досліджень вказують на зростання втрат при спробі надати потоку спіральну вихрову структуру, однак, отримані результати слід використовувати лише як базу для подальших досліджень.

3 Сформульовано основні напрямки подальших досліджень.

### Список літератури

- 1 **Костюк, А. В.** Проведение технического аудита насосных систем [Текст] / **А. В. Костюк, О. В. Диброва, С. А. Соколов, Р. Н. Шилов** // Теория и практика насосо- и компрессоростроения : моногр. / под ред. В. А. Марцинковского, И. Б. Твердохлеба, Е. Н. Савченко. – Сумы : Сумской государственной университет, 2011. – Глава. Пути повышения энергоэффективности насосных систем. – С. 23–25. – ISBN 978-966-657-384-4
- 2 **Zhang He** Research on the optimization of supply water pipe network [Text] / **Zhang He, Zhang Xiao Hui, Cui Jian Guo** // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vols. 295–298. – P. 1876–1879. – ISSN 1662-7482. – doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.295-298.1876.
- 3 **Zhou, Hui-Ping** Optimal model of hydrodynamic controlling on pumps and slice gates for water quality improvement [Text] / **Zhou Hui-Ping, Shao Wei-Yun, Jiang Li-Jie** // Applied Mechanics and Materials. –

- 2013.- Vols. 316–317. – P. 732–740. – ISSN 1662-7482. – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.316-317.732.
- 4 **Mateus Ricardo Nogueira Vilanova** Modeling of hydraulic and energy efficiency indicators for water supply systems / **Mateus Ricardo Nogueira Vilanova, José Antônio Perrella Balestieri** // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2015. – № 48. – P. 540–557. – ISSN 1364-0321. – doi: 10.1016/j.rser.2015.04.024.
  - 5 **Афанасьев, А. В.** Преимущества использования частотно-регулируемого привода на примере насосного оборудования для трубопроводного транспорта нефти [Текст] / **А. В. Афанасьев, Л. М. Беккер, И. Б. Твердохлеб** // Теория и практика насосно-компрессоростроения : моногр. / под ред. В. А. Марцинковского, И. Б. Твердохлеба, Е. Н. Савченко. – Сумы : Сумский государственный университет, 2011. – Глава. Повышение энергоэффективности систем путём применения частотно-регулируемого привода насоса. – С. 27–33. – ISBN 978-966-657-384-4
  - 6 **Katarzyna Pietrucha-Urbanik** Failure analysis and assessment on the exemplary water supply network [Text] / **Katarzyna Pietrucha-Urbanik** // *Engineering Failure Analysis*. – 2015. – Vol. 57. – P. 137–142. – ISSN 1350-6307. – doi: 10.1016/j.engfailanal.2015.07.036.
  - 7 **Li, Qunsong** 3D Numerical Simulation of Fluid Flow and Heat Transfer in Tube with Spiral-Flange Insert / **Qunsong Li, Qian Yang, Zhisong Li, Tianlan Yu** // *Advanced Materials Research*. – 2011. – Vols 236–238. – P. 1508–1515. – ISSN 1662-8985, – doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.236-238.1508.
  - 8 **Yu, Tianxiang** Design of an Automatic Cleaning Energy-Saving Technology for Manganese Sulfate Continuous Production Crystallizer [Text] / **Tianxiang Yu, Wenyuan Zhou, Tianlan Yu, Deqi Peng, Lei Ye** // *Applied Mechanics and Materials*. – 2013. – Vol. 331. – P. 52–56. – ISSN 1662-7482, – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.331.52.
  - 9 **Шаубергер, Виктор** Энергия воды [Текст] / **Виктор Шаубергер** ; [перевод с англ. М. Новиковой]. – Москва : Эксмо ; Яуза, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-699-20607-0.
  - 10 **Миловичь, А.** Нерабочий изгиб потока жидкости [Текст] / **А. Миловичь** // Бюллетени політехнічного общества, состоящего при Императорском Техническом Училище. – Москва, 1914. – № 10. – С. 485–563.
  - 11 **Mera, I.** Turbulence anisotropy in a compound meandering channel with different submergence conditions [Text] / **I. Mera, M. J. Franca, J. Anta, E. Peña** // *Advances in Water Resources*. – 2015. – Vol. 81. – P. 142–151. – ISSN 0309-1708. – doi: 10.1016/j.advwatres.2014.10.012.
  - 12 Пат. 122144. Австрия, 81В. Искусственное русло для сплава древесины / **Виктор Шаубергер** ; заявл. 11.12.1929 ; опубл. 10.04.1931.
  - 13 **Johansson, Lars** Self-organizing Flow Technology in Viktor Schauburger's Footsteps [Text] / **Lars Johansson, Morten Ovesen, Curt Hallberg** // *Institute of Ecological Technology*. – Malmö. – 2002. – P. 50.
  - 14 **Schauburger, Viktor** The Energy Evolution [Text] / **Viktor Schauburger** ; [Callum Coats (ed.)]. – Bath : Gateway Books, 2000. – 222 p.
- Bibliography (transliterated)**
- 1 **Kostjuk, A. V., Dibrova, O. V., Sokolov, S. A. and Shilov R. N.** (2011), *Provedenie tehničeskogo audita nasosnih sistem [Pumping systems technical audit]*, *Teorija i praktika nasoso- i kompressorostroenija [Theory and practice of pump- and compressor]*, in V. A. Marcinkovskogo, I. B. Tverдохлеба, E. N. Savchenko (ed.), Sumy State university, Sumy, Part. Ways of increasing energy efficiency of pumping systems , pp. 23–25, ISBN 978-966-657-384-4.
  - 2 **Zhang He, Zhang Xiao Hui, Cui Jian Guo** (2013), "Research on the optimization of supply water pipe network", *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 295–298, pp. 1876–1879, ISSN 1662-7482, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.295-298.1876.
  - 3 **Zhou Hui-Ping, Shao Wei-Yun and Jiang Li-Jie** (2013), "Optimal model of hydrodynamic controlling on pumps and slice gates for water quality improvement", *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 316–317, P. 732–740, ISSN 1662-7482 doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.316-317.732.
  - 4 **Mateus Ricardo Nogueira Vilanova and José Antônio Perrella Balestieri** (2015), "Modeling of hydraulic and energy efficiency indicators for water supply systems", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 48 pp. 540–557, ISSN 1364-0321, doi: 10.1016/j.rser.2015.04.024.
  - 5 **Afanas'ev, A. V., Bekker, L. M. and Tverдохлеб, I. B.** (2011), " Preimushhestva ispol'zovanija chastotno-reguliruemogo privoda na primere nasosnogo oborudovanija dlja truboprovodnogo transporta nefi " [The advantages of using the variable frequency drive as an example of pumping equipment for oil pipeline transport]", *Teorija i praktika nasoso- i kompressorostroenija [Theory and practice of pump- and compressor]*, in V. A. Marcinkovskogo, I. B. Tverдохлеба, E. N. Savchenko (ed.), Sumskij gosudarstvennyj universitet, Sumy, Part Increasing energy efficiency systems through the application of variable frequency pump drive. , pp. 27–33, ISBN 978-966-657-384-4
  - 6 **Katarzyna Pietrucha-Urbanik** (2015), "Failure analysis and assessment on the exemplary water supply network", *Engineering Failure Analysis*, Vol. 57, pp. 137–142.
  - 7 **Li, Qunsong, Yang, Qian, Li, Zhisong and Yu Tianlan** (2011), "3D Numerical Simulation of Fluid Flow and Heat Transfer in Tube with Spiral-Flange Insert", *Advanced Materials Research*, Vols 236–238, pp. 1508–1515.
  - 8 **Yu, Tianxiang, Zhou, Wenyuan, Yu, Tianlan, Peng, Deqi and Ye, Lei** (2013), "Design of an Automatic Cleaning Energy-Saving Technology for Manganese Sulfate Continuous Production Crystallizer", *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 331, pp. 52–56, ISSN: 1350-6307, doi: 10.1016/j.engfailanal.2015.07.036.
  - 9 **Schauburger, Viktor** (2007), *Jenergija vody [Water Energy]*, Jeksmo, Jauza, Moscow, Russian.
  - 10 **Milovich', A.** (1914), "Nerabochij izgib potoka zhidkosti [Nonoperating bending fluid flow]", *Bulleteni politehničeskogo obshhestva, sostojashhego pri Imperatorskom Tehničeskome Uchilishhe [Bulletins*

- Polytechnic Society, consisting of the Imperial Technical School*], no. 10, pp. 485–563. Russia
- 11 **Mera, I., Franca, M. J., Anta, J. and Peña, E.** (2015), "Turbulence anisotropy in a compound meandering channel with different submergence conditions", *Advances in Water Resources*, Vol. 81, pp. 142–151, ISSN: 0309-1708, doi: 10.1016/j.advwatres.2014.10.012.
  - 12 **Schaubeger, Viktor** (1931), "Iskusstvennoe ruslo dlja splava drevesiny [Artificial channel for the alloy timber]", Austria, Pat. 122144, 81V.
  - 13 **Johansson, Lars, Ovesen, Morten and Hallberg, Curt** (2002), "Self-organizing Flow Technology in Viktor Schaubeger's Footsteps", *Institute of Ecological Technology*, Malmö, pp. 50.
  - 14 **Schaubeger, Viktor** (2000), *The Energy Evolution*, in Callum Coats (ed.), Gateway Books, Bath, United Kingdom.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Лобуренко Михайло Васильович** – аспірант, Сумський державний університет, кафедра прикладної гідроаеромеханіки, м. Суми, Україна; e-mail: misha199211@mail.ru; ORCID 0000-0003-4597-8363.

**Loburenko Mykhailo** – post graduate student, Department of Applied Fluid Mechanics, Sumy state university, Rimskogo-Korsakova st., 2, Ukraine; e-mail: misha199211@mail.ru.

**Папченко Андрій Анатолійович** – кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної гідроаеромеханіки, Сумський державний університет, Суми; e-mail: papchenkoa@mail.ru; ORCID 0000-0003-3837-7973.

**Papchenko Andriy** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, Department of Applied Fluid Mechanics, Sumy state university, Sumy, Ukraine; e-mail: papchenkoa@mail.ru.

**Матвієнко Ольга Анатоліївна** – кандидат технічних наук, кафедра прикладної гідроаеромеханіки, Сумський державний університет, Суми; e-mail: matvienko@pgm.sumdu.edu.ua; ORCID 0000-0002-6031-8059.

**Matvienko Olha** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Department of Applied Fluid Mechanics, Sumy state university, Sumy, Ukraine; e-mail: matvienko@pgm.sumdu.edu.ua.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Лобуренко, М. В.** Аналіз спірального вихрового руху рідин та можливості його використання у гідравлічних системах [Текст] / **М. В. Лобуренко, А. А. Папченко, О. А. Матвієнко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 10(1182). – С. 163–170. – Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.10.25.

*Please cite this article as:*

**Loburenko, M., Papchenko, A. and Matvienko, O.** (2016), "Spiral Vortex Motion Fluid Analysis and Possibilities of Its Use in the Hydraulic System", *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, no. 10(1182), pp. 163–170, ISSN 2078-774X, doi: 10.20998/2078-774X.2016.10.25.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Лобуренко М. В.**, Анализ спирального вихрового движения жидкости и возможность его применения в гидравлических системах [Текст] / **М. В. Лобуренко, А. А. Папченко, О. А. Матвієнко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 10(1182). – С. 163–170. – Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.10.25.

**АННОТАЦИЯ** В данной статье рассмотрено возможность повышения эффективности гидравлических систем за счет создания оптимальных условий совместной работы трубопроводной сети и насоса как единой системы. Сформулирована проблема неоптимального использования гидравлических систем, а также проблема повышения КПД центробежных насосов. Целью данной работы является анализ природных вихревых законов движения жидкостей и попытка внедрения таких движений в гидравлические системы. Такая задача была поставлена исходя из того, что в природе все движения более слажены и протекают с минимальными затратами энергии. Был проведен информационный обзор предыдущих исследований связанных с изучением вихревых движений. Выявлена возможность применения вихревых естественных движений жидкости в технических сооружениях. Методом решения проблемы является проведение экспериментальных исследований направленных на изучение вихревых структур. Вихревые структуры создавались с помощью специальных турбулизаторов («завихрителей») потока или путем изменения геометрических форм исследуемых труб. Описана лабораторная установка для проведения экспериментальных исследований. Было проведено более 20 экспериментов с трубами различной геометрии и вспомогательными завихряющими элементами. Было получено ряд соответствующих результатов. Были выявлены недостатки в физических экспериментах и предложены пути их решения. Исследования в данном направлении позволяют управлять величиной потерь в трубопроводной сети, что в свою очередь повлияет на производительность гидравлической системы, а также позволит существенно сократить энергозатраты при перекачивании жидкости.

**Ключевые слова:** вихревые движения, снижение потерь, Шаубергер, геликоид, энергосбережение.

Надійшла (received) 25.01.2016