

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ВТРАТ ЕНЕРГІЙ ПРИ ПУЛЬСУЮЧІЙ СТРУКТУРІ ТЕЧІЇ

А.О. Євтушенко, канд. техн. наук, професор;

А.А. Папченко, канд. техн. наук;

М.С. Овчаренко, аспірант,

Сумський державний університет, м. Суми

У статті розглянуто проблеми, які виникають при дослідженні потоків з нестационарною структурою течії. Запропоновані способи уточнення розрахунків втрат енергії, при нестационарному русі рідини. Подана схема дослідного стенду для дослідження коефіцієнта гідравлічного опору при структурі пульсуючого потоку.

Ключові слова: гідравлічні втрати, структура пульсуючої течії, нестационарний коефіцієнт опору.

В статье рассмотрены проблемы, возникающие при исследовании потоков с нестационарной структурой течения. Предложены способы уточнения расчетов потерь энергии при нестационарном движении жидкости. Представлена схема экспериментального стенда для исследования коэффициента гидравлического сопротивления при структуре пульсирующего течения.

Ключевые слова: гидравлические потери, структура пульсирующего течения, нестационарный коэффициент сопротивления.

Сьогодні існує великий спектр технологічних процесів, у яких використовуються нестационарні гідромеханічні процеси [1]. Математичні та фізичні моделі, на основі яких на цей час базується розрахунок таких процесів, по-перше, не задовольняють існуючим потребам точності, по-друге, не відображають основних властивостей процесів. Все це є наслідками спрощень нестационарних моделей та використання необґрунтованих граничних умов.

Нестационарні гідромеханічні процеси відносять до складних фізичних явищ, при яких виникають нестационарні (несталі) течії рідини, які відбуваються зі зміною гідродинамічних величин (швидкості та тиску) у часі.

Традиційні до останнього часу методи побудови одновимірних моделей нестационарних течій [2] були основані на тому, що замість реального потоку брали послідовність потоків, які змінюються у часі з квазістационарним розподілом гідродинамічних величин по живому перерізу. При цьому в розрахунках використовували стационарні коефіцієнти гідравлічного опору, кількості руху, кінетичної енергії.

У дійсності структура нестационарної течії відрізняється від квазістационарної, відрізняється й коефіцієнт гідравлічного опору, але досить точно не досліджено, наскільки та від яких параметрів він змінюється.

Під час проведення цієї роботи поставлено такі завдання:

- 1) спроектувати стенд для:
 - дослідження впливу частоти та амплітуди пульсації тиску на коефіцієнт гідравлічного опору тертя;
 - дослідження втрат енергії на місцевих опорах при проходженні їх пульсуючим потоком;
- 2) розробити пристрій створення пульсацій змінної частоти та амплітуди;
- 3) провести підбір необхідної контрольно-вимірювальної апаратури;
- 4) розроблення методики проведення експерименту.

Для проведення цієї роботи був спроектований дослідний стенд (рис.1) та проведений підбір необхідної контрольно-вимірювальної апаратури.

Експериментальний стенд спроектований таким чином, що дозволяє досліджувати втрати енергій на тертя на ділянці L1 та втрати енергії на місцевих опорах, можливість встановлення яких передбачена на ділянці L2.

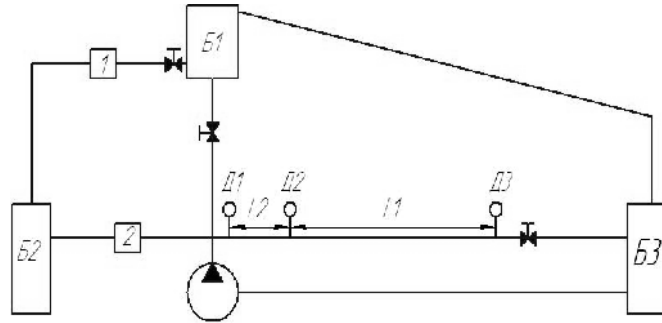


Рисунок 1 - Схема експериментального стенда

Для запобігання можливості проникнень пульсацій насоса на контрольну ділянку подача рідини йде з напірного бака B1, через бак-відстійник B2 до циркуляційного бака B3. Наповнення напірного бака відбувається за рахунок відцентрового насоса, постійний рівень у бакові B1 підтримується за рахунок переливної лінії до циркуляційного бака.

Для установки необхідного режиму течії на контрольній ділянці система має ряд регулюючих засувок та витратомір 1. Необхідний режим пульсацій задається за рахунок спеціального пристрою – пульсатора 2.

Система контрольно-вимірювальної апаратури складається з зовнішнього модуля АЦП E14-140MD, який здатний приймати та обробляти сигнал з частотою 200кГц та має функцію багатомодульної синхронізації.

Для контролю параметрів тиску на контрольних ділянках встановлено вимірювачі надлишкового тиску НВМ P15PVA2, головною відмінністю яких є можливість зняття параметрів тиску з частотою 500Гц при похибці не більше 1 відсотка.

Контроль середньої витрати здійснюється за рахунок контрольної діафрагми та датчиків перепаду тиску САПФІР 22 МПС 2420 (з межею допустимої похибки 0,25 відсотка), які приєднані через буфери заспокоювача.

Для утворення необхідних пульсацій тиску в потоці було спроектовано два типи пульсаторів:

1) для створення пульсації невеликої частоти, але з перемінною амплітудою, використовується електромагнітний пульсатор, схема якого показана на рис.2

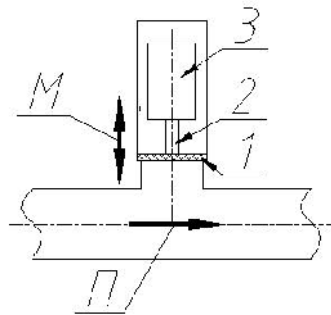


Рисунок 2 - Схема керуваного електромагнітного пульсатора

Електромагнітний пульсатор складається з таких елементів: гнучкої мембрани 1, яка жорстко закріплена по периметру, бойка 2, який передає енергію удару від електромагніту до мембрани та самого електромагніту, керування яким відбувається з ПК через зовнішній модуль АЦП. Позиція П на рис. 2 показує напрямок руху потоку, а позиція М відображає напрямки руху бойка пульсатора;

2) для створення пульсацій у широкому діапазоні частот, використовується п'єзокерамічний пульсатор, який використовує обернений п'єзоелектричний ефект для перетворення електричного сигналу в механічний рух мембрани.

Робота включає в себе два окремих експерименти:

– дослідження впливу пульсацій на втрати енергії на тертя по довжині трубопроводу. Для цього спочатку встановлюється необхідний стаціонарний режим течії, вимірюється перепад тиску на ділянці L1 між датчиками тиску Д2 та Д3, після чого в потоці створюють пульсації заданої частоти та амплітуди і знов заміряється перепад тиску на контрольній ділянці. Шляхом зміни режиму течії, частоти та амплітуди пульсації буде проводитися пошук оптимальних параметрів;

– дослідження впливу пульсацій на втрати енергії на місцевих опорах. Для цього на ділянці L2 будуть встановлювати контрольні місцеві опори і вимірювати перепад тиску між датчиками Д1 та Д2 на стаціонарному режимі та на режимі з пульсуючою структурою.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеної роботи було спроектовано універсальний дослідний стенд, який дозволяє встановлювати потік у широкому діапазоні чисел Рейнольда і проводити вимірювання на контрольних ділянках без впливу пульсацій самого насосу. Було спроектовано два пристрої для створення пульсацій, які дозволяють змінювати частоту та амплітуду коливань у широкому діапазоні. Було проведено підбір необхідної контрольно-вимірювальної апаратури, яка здатна адекватно фіксувати параметри на високих частотах. Було розроблено методику проведення експерименту щодо виявлення впливу пульсацій потоку на дисипацію енергії в системі.

Усе це дозволить провести підбір оптимальних параметрів пульсації потоку, що забезпечить мінімальні дисипативні втрати енергії в мережі.

SUMMARY

INVESTIGATION OF HIDRAULIC ENERGY LOSS IN PULSATING FLOW STRUCTURE

*A.O. Yevtushenko, A.A. Papchenko, M.S. Ovcharenko,
Sumy State University, Sumy*

The article deals with the problems arising in the investigation of flows with unsteady flow structure. The ways to clarify the calculation of energy losses of unsteady fluid motion are offered in the article. The authors show a diagram of the experimental stand for studying the hydraulic resistance coefficient in pulsating flow structure.

Key words: *hydraulic losses, pulsating flow structure, unsteady drag coefficient.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов Д.Н. Нестационарные гидромеханические процессы /Д.Н. Попов. – М.: Машиностроение, 1982. – 240 с.
2. Труды Академии наук СССР. Пневмо- и гидроавтоматика: 4-й тематический сборник. – М.: Наука, 1984.

Надійшла до редакції 19 листопада 2010 р.