

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ПРОФІЛЮ ПОТОКУ ПЛИННОГО СЕРЕДОВИЩА

**Коробко І.В., Писарець А.В.**

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”, 03056, Київ-56, пр. Перемоги, 37*

До складу вимірюваних ділянок вузлів обліку рідинно- та газозфазних потоків входять місцеві гідравлічні опори, які здійснюють вплив на метрологічні параметри вимірювальних перетворювачів витрати та кількості (ВПК). При аналізі ступеню впливу важливим є розроблення методики оцінювання величини неоднорідності швидкості вимірюваного середовища по всій протяжності вимірювального тракту. Результати оцінювання дозволяють здійснити удосконалення самих ВПК та визначити місця їх локального розміщення у технологічній мережі з метою підвищення точності вимірювання та надійності самої системи.

Аналіз ступеню асиметричності потоку вимірюваного середовища в поперечному перерізі можна здійснювати за його енергетичною оцінкою [1].

Кількість руху середовища (сумарний імпульс), що проходить крізь живий переріз потоку, описується залежністю

$$J = \iint_S \rho v^2 dS, \quad (1)$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу потоку;  $\rho$  – густина вимірюваного середовища;  $v$  – швидкість плинного потоку.

Вираз (1) представляє собою інтегральну енергетичну характеристику потоку у вигляді сумарного імпульсу потоку [2].

Залежно від розподілу швидкості у перерізі потік може бути більш компактним або розмитим. Міра компактності потоку характеризується моментами розсіювання його імпульсу [3]:

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{J} \iint_S (x - x_0)^2 \rho v^2 dS, \quad (2)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{J} \iint_S (y - y_0)^2 \rho v^2 dS, \quad (3)$$

де  $x_0, y_0$  – координати центра потоку.

При енергетичній оцінці ступеню асиметрії плинного середовища розрахунки моментів розсіювання імпульсів потоку у перерізах запропоновано здійснювати по 4-х діаметральних хордах, зміщених одна відносно іншої на кут  $\pi/4$  рад. Для осесиметричного профілю по кожній із хорд графіки розподілу швидкостей будуть близькими один до одного на відміну від асиметричного потоку, коли епюри розподілу швидкостей будуть значно різнитися, а, відповідно, і для кожного перерізу значення моментів розсіювання імпульсів потоку будуть розрізнятися.

Внаслідок того, що моменти розсіювання імпульсів потоку окреслюють його енергетичну характеристику, при асиметрії потоку їх значення будуть змінюватися залежно від її величини. При симетричних потоках моменти розсіювання імпульсу потоку будуть значно меншими ніж за асиметричних.

Сучасні *CAE/CAD* системи дозволяють здійснювати моделювання проходження потоку крізь різноманітні місцеві гідравлічні опори. Але у такому випадку отримані результати моделювання дискретні. При обробці експериментальних даних доцільніше перейти від інтегральної оцінки до оцінювання за сумою. За таких обчислень знижується точність оцінювання, що не має суттєвого впливу на прийняття рішення. Так, наприклад, при оцінці моментів розсіяння та сумарного імпульсу струменю по 100 точках профілю відмінність між розрахунками не перевищує 0,34%.

У такому випадку вирази для визначення сумарного імпульсу (1) і моментів розсіяння (2) та (3) набувають вигляду:

$$J = \sum_{i=1}^N v_i^2 \rho \Delta x ;$$
$$\sigma_x^2 = \frac{v_{\max}^2}{J} \sum_{i=1}^N (x_i - x_0)^2 v_i^2 \rho \Delta x ,$$

де  $\Delta x$  - крок між  $i$ -тими значеннями швидкості у напрямі діаметральної хорди;  $N$  – кількість точок.

При моделюванні проходження потоку крізь місцеві опори різних просторових форм на вході досліджуваної ділянки задається осесиметричний потік, відносно якого визначається інтегральна енергетична оцінка ступеня асиметрії потоку, викликаної відповідним місцевим опором.

Середнє значення моменту розсіювання імпульсу на вході досліджуваної ділянки визначається за виразом

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n \sigma_{0i} ,$$

де  $m$  – кількість хорд, по яких здійснюється оцінка ( $m=4$ ).

Індекс «0» означає, що розглядається початковий вхідний переріз.

Середньоквадратичне відхилення від середнього значення симетричного потоку наводиться залежністю

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n (\sigma_{ki} - \bar{\sigma}_0)^2} ,$$

де  $k$  – номер перерізу вздовж вісі трубопроводу.

Для перевірки даного твердження проведені дослідження симетричних та асиметричних потоків рідини, що протікає по трубопроводах із круглим поперечним перерізом.

Кількісний аналіз отриманих результатів чисельного моделювання та обчислень дозволяє дійти висновку, що оцінка асиметрії потоку за допомогою моменту розсіяння імпульсу потоку з досить високою достовірністю визначає наявність місцевого опору.

За запропонованими методиками визначення асиметричності розподілу швидкостей у поперечних перерізах на протяжності технологічної мережі можна оцінити не тільки величину неоднорідності потоку, але і визначити місця або ділянки, де з певною достовірністю можна вважати потоки близькими до

однорідних, і які є пріоритетними для локального розміщення вимірювальних перетворювачів.

**Перелік використаних джерел:**

1. Коробко, І. В. Оцінка асиметрії потоку рідини при вимірюванні її витрати та кількості [Текст] / І. В. Коробко, Я. В. Волинська // Вісн. НТУУ "КПІ". Сер. Приладобудування. – 2013. – Вип. 45. – С. 91 – 98.
2. Кулінченко, В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід [Текст]: підручник / В. Р. Кулінченко. – К.: Фірма «ІНКОС». Центр навчальної літератури, 2006. – 616 с.
3. Струтинський, В. Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки [Текст]: підручник / В. Б. Струтинський. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 612 с.

## **ТЕПЛОВІ ФАКТОРИ, ЯКІ ЗУМОВЛЮЮТЬ ВТРАТУ ЦІЛІСНОСТІ РЕЗЕРВУАРІВ З НАФТОПРОДУКТАМИ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ**

**Михайлишин М. Р., Семерак М. М**

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. 29000, м. Львів, вул. Клепарівська, 35*

Резервуари для нафти і нафтопродуктів відносяться до промислових споруд підвищеної пожежної небезпеки. Пожежі на складах нафти і нафтопродуктів є складними і масштабними, ліквідовуються з великими труднощами, наносять велику шкоду навколишньому середовищу і часто призводять до загибелі людей.

При пожежі резервуар нагріваються до високих температур в результаті чого в елементах конструкції виникають температурні напруження і деформації. При цьому різко збільшується внутрішній тиск в резервуарі. Всі ці теплові фактори зменшують міцність резервуарів і часто приводять до його руйнування [1]. Аналітичні дослідження термонапруженого стану резервуарів при їх нагріві в наукових публікаціях відсутні. Механізм руйнування резервуарів досить складний і на сьогоднішній час ще мало вивчений. Згідно матеріалів експертиз аварій, руйнування резервуарів відбувається внаслідок втрати цілісності найбільш навантаженого конструктивного елемента – вузла з'єднання стінки резервуара з днищем [2].

В роботі вертикальний сталевий резервуар моделюється циліндричною оболонкою, яка з'єднана на торці з днищем (круглою пластиною) методом електродугової зварки. Визначено напружено-деформований стан циліндричної стінки та вузла її з'єднання з днищем залежно від величини температури нагріву. Встановлено, що величина температурних напружень залежить від коефіцієнта лінійного температурного розширення матеріалів, модуля пружності та коефіцієнта Пуассона, а також товщини стінки резервуару та його діаметра. Встановлено, що найбільша величина температурних напружень досягається у вузлі з'єднання циліндричної поверхні і днища. При зміні товщини стінки від 10мм...20 мм максимальні осьові напруження збільшуються на 97%, а кільцеві – на 3%. Із збільшенням радіусу резервуару від 5 м до 40 м максимальні напруження зменшуються на 6 %.