

**Р. М. Гнатів<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
О. М. Яхно<sup>2</sup>, д.т.н., професор**

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>2</sup>Національний технічний університет України «КПІ»

## **ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАЛЕНОСТІ РЕЖИМУ ЛАМІНАРНОЇ ТЕЧІЇ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ ТРУБОПРОВОДІ**

Питання стійкості ламінарної течії тісно пов'язане з дослідженням збуреного руху основної течії. Детально досліджена стійкість різноманітних стаціонарних течій [1]. Дані дослідження ґрунтуються на уявленні, що ламінарна течія піддається впливу деяких малих збурень. Залежно від того, згасають або зростають ці збурення з плином часу, основна течія вважається стійкою або нестійкою. Для багатьох випадків стаціонарної течії ця методика дає задовільні теоретичні результати, які підтверджені експериментальними роботами, але за певних умов стійкість потоку неповністю обґрунтовується за допомогою даної методики.

Дослідження показують, що ламінарна течія нестисливої рідини в циліндричній трубі стійка до відносно малих осесиметричних і неосесиметричних збурень в часі і просторі. Спроби розв'язати цю задачу за допомогою нелінійної теорії усталеності потоку поки не дають задовільних результатів [2].

Останнім часом в наукових працях досліджується питання впливу осесиметричних збурень на стійкість течії у вхідній частині циліндричної труби, де основна течія залежить від двох координат [3]. При цьому координата по осі труби розглядається як параметр, від якого залежить профіль швидкостей по радіусу труби основної течії. Квазіодновимірний розгляд основної течії призводить до якісно задовільних результатів і вказує на нестійкість течії, але кількісні дані є недостатніми.

Одним з факторів, що впливає на усталеність потоку, є стисливість рідини [4]. Ця властивість рідини особливо важлива при вивченні стійкості нестационарних процесів за швидкої зміни основної течії. Впливу стисливості рідини на стійкість течії досі приділялося недостатню увагу. В основному розглядалися питання усталеності стаціонарних течій в примежовому шарі.

На основі проведених досліджень зроблено висновки про необхідність подальшого вивчення факторів і особливостей течії рідини, що призводять до нестабілізованого турбулентного потоку. Використовуючи рівняння для загальної постановки проблеми стійкості ламінарної течії в циліндричній трубі необхідно отримати рівняння для малих збурень основної нестационарної течії, а також варіанти цих рівнянь для випадків, коли основна течія визначається спрощеними рівняннями моделі із врахуванням дисипативних процесів стисливої рідини і коли в основній течії стисливістю рідини можна знехтувати.

### **Література**

1. Бетчов Р. Вопросы гидродинамической устойчивости/ Р. Бетчов, В. Криминале.- М.: "Мир", 1971. – 350 с.
2. Patera A.T. Finite-amplitude stability of axisymmetric pipe flow/ A.T. Patera, S.A. Orszag// J. Fluid Mech.- 1981. – Vol. 112. – P. 467 – 474.
3. Бондаренко Н. И. О неустановившемся движении сжимаемой жидкости в напорном трубопроводе/ Н. И. Бондаренко, Ю. И. Терентьев// Моск. гос. техн. ун-т. М.: 2009. – 54 с. – Деп. в ВИНТИ РАН 15.10.2009, № 620-В2009.
4. Gnativ R.M. Registration of compressibility at unset liqued mation in pipes/ R.M. Gnativ// Proceedings of the IX International Scientific Conference Faculty of Civil Engineering Technical University of Kosice – Kosice, Slovakia, May 22-25, 2012.- CS2. Building Services – 5 p.