

боковой стенке. Это полностью согласуется с моделью компактного компенсированного вихря [3].

Вдали от вращающегося диска, где амплитуда окружной скорости уже на порядок (в 10 раз) меньше скорости на дне, область твердотельного вращения уже занимает почти весь объем жидкости кроме пограничного слоя на боковой стенке. Это течение также описывается моделью компактного компенсированного вихря: при этом в узкой области вертикальная завихренность (компонента ротора скорости) имеет достаточно большую амплитуду, чтобы компенсировать внутреннюю твердотельную область.

Таким образом, кинематическое условие компенсированности поля завихренности, определяющее конечный размер области вращающейся жидкости, является универсальным. Это условие имеет место как для свободных вихревых течений, так и для замкнутых объемов вращающейся жидкости.

Список литературы

1. Von Karman T. Uber laminare und turbulente Reibung. // Z. Angew. Math. Mech. 1921. v. 1, p. 233—252 .
2. Turkyilmazoglu M. Flow and heat simultaneously induced by two stretchable rotating disks. // Phys. Fluids. 2016. v. 28, 043601.
3. Лук'янов П.В. Одновимірні моделі компактних вихрів. // Наукові вісті НТУУ КПІ. 2010. т. 8 (80)б № 4. С. 145—150.
4. Billant P. Theoretical analysis of the zigzag instability of a vertical columnar vortex pair in strongly stratified fluid. // J. Fluid Mech. 200, v. 419, p. 29—63.

УДК 532.513.1

Ночніченко І. В., к.т.н., доц., Бєліков К. О., к.т.н., ст. викл., Галецький О.С. к.т.н., ст. викл.,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРОСЕЛЬНОГО ВУЗЛА АМОРТИЗАТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ MATLAB Simscape

Анотація. За результатами експериментальних досліджень поршневого клапану амортизатора було отримано залежності витрати через дросельний вузол при перепадах тисків до 1...3,4 МПа і зміні температури робочої рідини в межах від 20 до 50 °С Для уточнення розрахунку і вибору параметрів дросельного вузла та можливості прогнозування його витратних характеристик в динамічних процесах було побудовано модель з використанням блоків Simscape.

Ключові слова: гідравлічний амортизатор, поршковий клапан, дросельний вузол.

У машинобудуванні гідравлічні амортизатори використовуються для гасіння і мінімізації коливань в механічних системах. Використання гідравлічних амортизаторів стало ширшим за рахунок їх компактних розмірів, низьких витрат і невеликого споживання матеріалів для проектування та виготовлення. Типовий "двотрубний" амортизатор має три камери, які з'єднані каналами через дві групи дроселів: поршковий клапан і донний клапан. Різниця тисків в камерах обумовлена опором клапанних трактів [1, 2].

При розрахунках потоки розглядаються як безперервні, відсутність кавітації та розчиненого газу, однак ці процеси мають місце в реальності і впливають на демпфуючі характеристики. Для візуалізації процесів у дросельному вузлі поршневого клапана і визначення його витратних характеристик був створений зразок (рис.1) та проведено досліді по визначенню витратних характеристик вузла при змінних температурах (рис. 2).

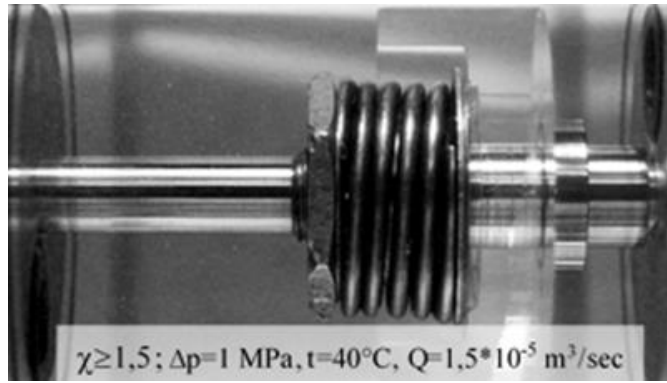


Рис 1 – Зразок для дослідження дросельного вузла поршневого клапана

Візуалізація була зроблена з використанням зразка, який має прозорий циліндр з оргскла. Експерименти проводилися з тиском на вході до 3,4 МПа і витратою порядком $\approx 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$. Ці значення лежать в межах величин, які відповідають дійсним значенням процесів демпфування в роботі амортизаторів.

Отримані експериментальні дані дозволили визначити залежність коефіцієнта швидкості потоку, через дросель поршневого клапана, від чисел Рейнольдса при зміні кінематичної в'язкості (рис. 3.). Вплив температури на потік клапанного тракту поршня показує необхідність врахування змін в'язкості для підвищення точності розрахунку. Також, спостерігались кавітаційні явища, що зумовлює необхідність врахування частки розчиненого газу в рідині.

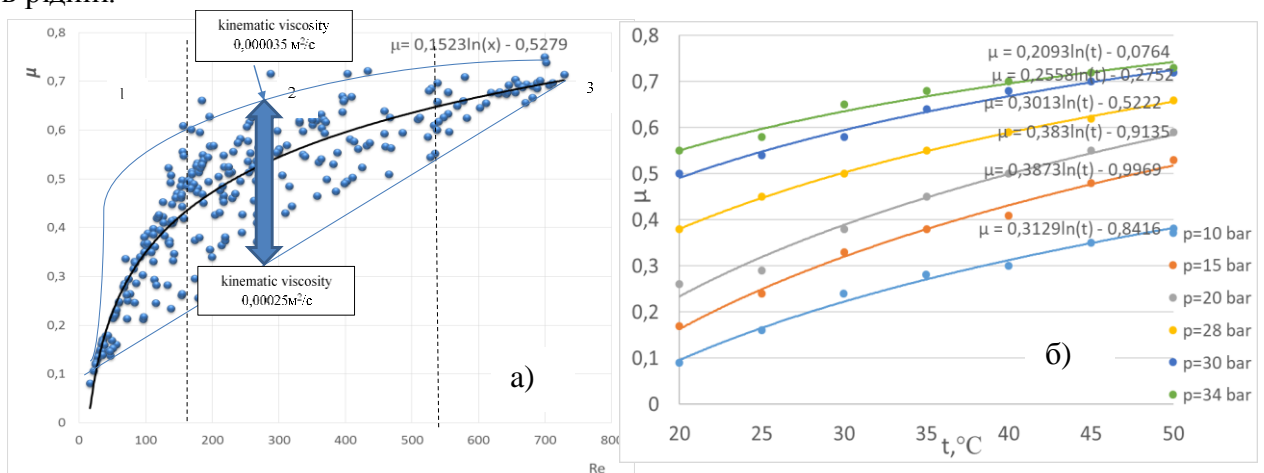


Рис 2 – Результати експериментальних дослідів для дросельного вузла (а - $\mu = f(\text{Re}, \nu)$; б - $\mu = f(T, \Delta p)$)

Побудова моделі за допомогою блоків фізичного моделювання Simscape (рис. 3) спрямована на визначення граничних умов для сигналів від контуру генерації витрати 2, що імітує переміщення поршневого клапану.

Внесення даних, щодо властивостей рідини і зміни температур, виконується в блоці 3. Внесення експериментальних значень залежності витрати від перепадів тисків виконується за допомогою "емпіричного дроселя" 1, який імітує дроселювання відповідно до внесеної характеристики $Q = f(\Delta p)$. Відтворення за допомогою моделі характеристик дослідного зразка дозволить провести його дослідження в умовах зміни значень і напрямку швидкостей потоку в каналах та навантажень в режимах "стиснення" і "відбою". Додатково, отримана модель може бути використана, в подальшому, для моделювання клапанного вузла з врахуванням динаміки температурних змін та розділу фаз.

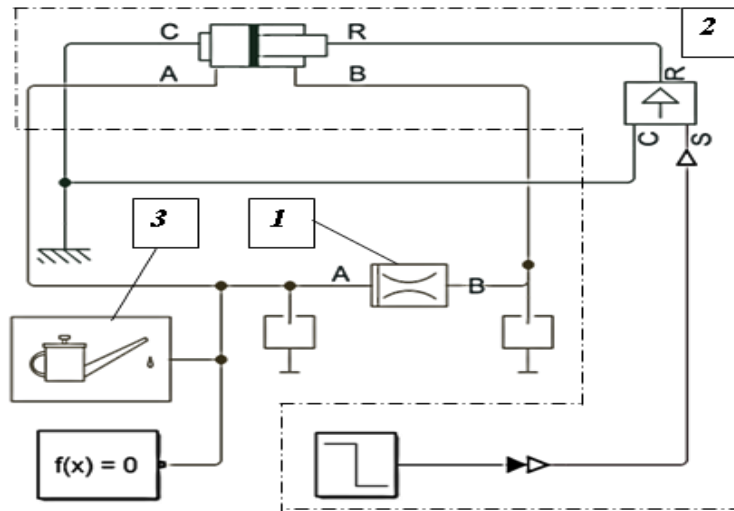


Рис.3 – Модель дросельного вузла, побудована за допомогою блоків Simcape

Список використаних джерел

1. *Derbaremdiker, A.D. Амортизаторы* транспортных машин, 2-е изд., 1985, Машиностроение, Москва, Россия
2. *Morettini G, Experimental diagnosis of cavitation for a hydraulic monotube shock absorber* [G. Morettini, N. Bartolini, D. Astolfi, L. Scappaticci, M. Becchetti, F. Castellani]. *Diagnostyka*. 2016;17(3):75-80.

УДК 532.51

Ночніченко І. В., к.т.н., доц., Яхно О. М., д.т.н., проф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЯВИЩА ПЕРЕНОСУ ПРИ АНАЛІЗІ СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ГІДРАВЛІЧНОГО ДЕМПФЕРА

Анотація. Розглянуто характер явища переносу який як правило розглядають на трьох ієрархічних рівнях: макроскопічний, мікроскопічний, молекулярний. Показано, що коефіцієнт переносу в'язкості суттєво впливає на зусилля опору гідравлічного демпфера та залежить від рівня розгляду середовища та його реологічних властивостей робочої рідини.

Ключові слова: явища переносу, коефіцієнт переносу, рівні розгляду системи.

У термодинамічно нерівноважних системах виникають особливі незворотні процеси, які в фізиці називають явищами переносу, в результаті яких відбувається просторовий перенос енергії, маси, імпульсу [1-2].

На даний час рідини і гази в гідродинаміці називають суцільними середовищами, які на молекулярному рівні являють сукупність молекул і атомів [5]. Ці частинки знаходяться в постійному хаотичному русі та взаємодіють одна з одною. Але механіка суцільних середовищ зазвичай не розглядає сили внутрішньої взаємодії часток на молекулярному рівні, а розглядає динаміку суцільного середовища при впливі зовнішніх силових і теплових полів на макрорівні [5].

В процесах на макрорівні є поєднання різних явищ переносу [1,3,4], в деяких випадках більш поглиблено розглядають як зв'язок макроскопічний та мікроскопічний перенос зв'язаний з молекулярним, як показано в загальному випадку в фізиці цілим рядом коефіцієнтів переносу. Молекулярний перенос дає змогу розглядати потік рідини більш поглиблено. Вагомими прикладами, де розглядаються як правило мікроскопічний перенос є: прогнозування динаміки змачення, моделювання нано та мікропотоків у фільтрах,