

О. С. Галецький, к.т.н., старший викладач,
О. В. Узунов, д.т.н., професор

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕЧІЇ РІДИНИ У ГІДРАВЛІЧНОМУ ДРОСЕЛІ В ПАКЕТИ SOLIDWORKS FLOW SIMULATION

Актуальність. Робота більшості гідравлічних пристроїв, наприклад, таких як пропорційні розподільники, запобіжні клапани, регулятори потоку та інші, основана на дроселюванні рідини [1]. Процес дроселювання робочої рідини визначає характеристики пристроїв і, при їх розробці, важливим є точне прогнозування цього процесу [1]. Для забезпечення необхідних показників процесу застосовують моделювання на основі математичних моделей у розподілених параметрах, наприклад у такому пакеті, як SolidWorks Flow Simulation, що дозволяє оцінити характер течії рідини та значення швидкості і тиску в кожному перетині потоку. Це зменшує терміни проектування нових апаратів і їх проектну вартість. В той же час, практичне застосування результатів моделювання передбачає їх коректність і достатню точність. Це, в свою чергу, потребує відповідних способів оцінювання. Такими способами є оцінювання візуальної картини – характеру потоків у дросельному елементі, а також оцінювання точності значень змінних величин в порівнянні з даними фізичного експерименту за його наявності. На першому етапі роботи вирішувалась задача оцінювання коректності візуальної картини потоків шляхом їх співставлення з існуючими уявленнями про течію рідини крізь дросельні отвори.

Методика та засоби. Дослідження проводилися на типовому дросельному елементі, утвореному сідлом і конічним золотником (рис. 1, а). Методика дослідження полягала в завданні, шляхом осьового розташування конічного золотника по відношенню до сідла, площі поперечного перерізу дросельного отвору, завданні перепадів тиску на дросельній щілині, моделюванні процесу течії та фіксації візуальних картин потоку – швидкостей та тиску. У якості об'єкту досліджень використано побудовану у програмі конструювання SolidWorks твердотільну модель дросельного вузла. Модель складається з моделей сідла, конічного золотника та корпусу зі штуцерами (рис. 1, б). Модель конічного золотника розташована по одній осі з сідлом. Вхідний та вихідний отвори розташовані в вертикальній площині зі взаємним відносним зміщенням по діаметру корпусу. У якості робочої рідини вибрано – Леол M20. Моделювання процесу виконувалось у програмі SolidWorks Flow Simulation.

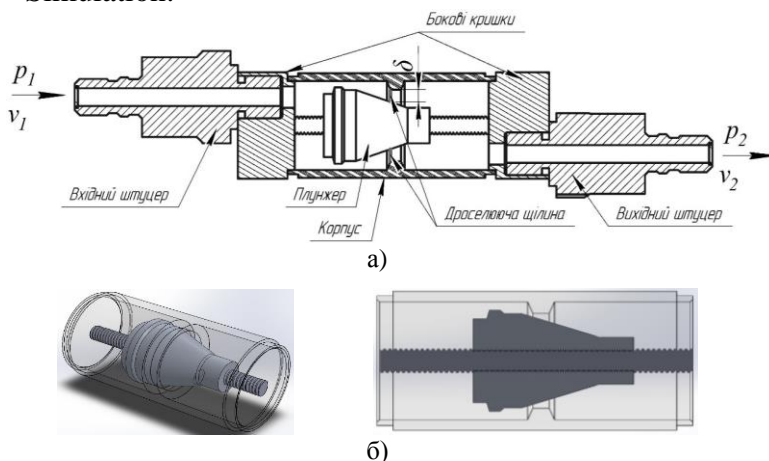


Рисунок 1 – Ескіз дросельного вузла (а) та його модель (б)

Математичний експеримент.

Задача полягала в моделюванні процесу течії робочої рідини, фіксації візуальної картини течії та оцінюванні її коректності для різних заданих умов. Моделювання виконано при наступних значеннях параметрів: перепади тиску – 0.11, 0.75, 0.45 МПа; величина зазору дросельної щілини – 0.05, 0.72, 1.1 мм; температура робочої рідини – 293.15 К.

Результати моделювання (рис. 2) ілюструють характер процесів у вузлі дроселювання для різних умов експерименту.

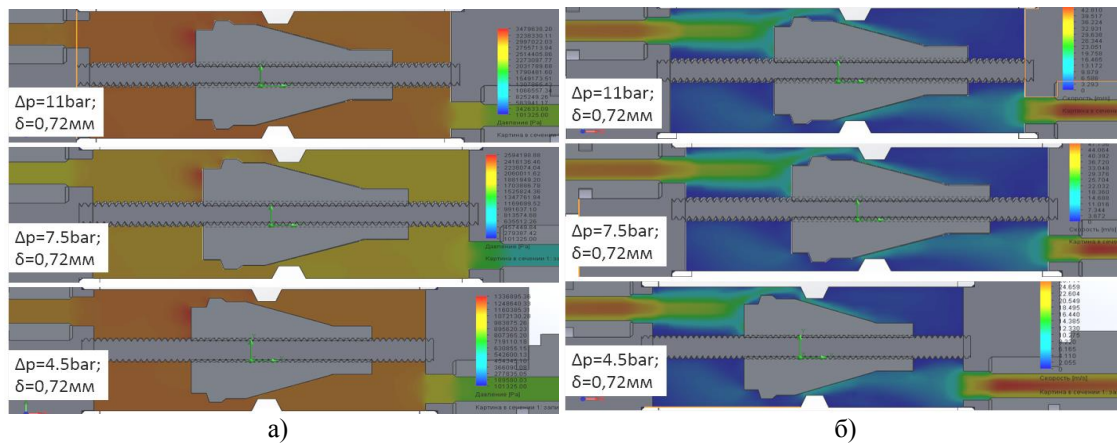


Рисунок 2 – Епюра розподілу тиску (а) та швидкості (б) в осьовому перерізі гідравлічного дроселя

Візуальні картини розподілу тиску по перерізах дроселя (рис. 2, а) та змін швидкості руху в дроселюючих каналах (рис. 2, б) дозволяють оцінити характер процесу та його коректність. При проходженні робочої рідини через вхідний отвір у ньому спостерігається збільшення швидкості потоку і зменшення тиску. Подальший напрямок руху потоку відповідає конфігурації проточного каналу всієї конструкції (рис. 3, рис. 2, а). У камері розширення швидкість потоку зменшується, а тиск збільшується. При протіканні рідини через дросельний канал швидкість потоку збільшується в перерізі каналу з найменшою площею, а тиск, при цьому, зменшується. Співставлення кількісних значень змінних величин показало наступне.

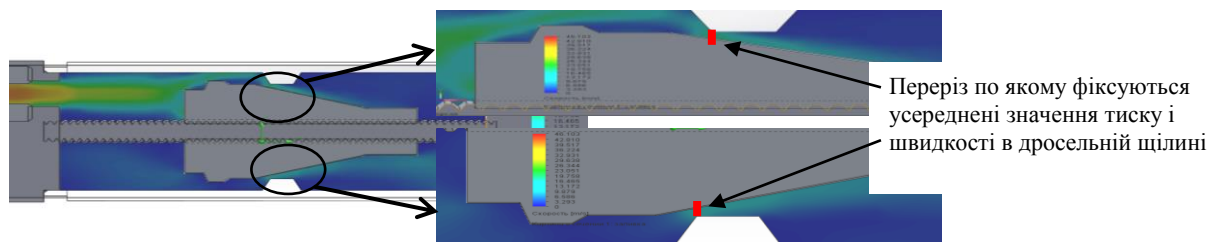


Рисунок 3 – Епюра розподілу швидкості руху потоку рідини в дросельній щілині

При перепаді тиску на дроселі 0.11 МПа і зазорі дросельної щілини 0.72 мм (відповідає площі поперечного перерізу 65 мм²) швидкість руху потоку робочої рідини становить 1.53 м/с. Зменшення зазору дросельної щілини до 0.05 мм при тому ж перепаді тиску збільшує швидкість потоку робочої рідини в дросельній щілині до 17 м/с, а збільшення зазору дросельної щілини до 1.1 мм приводить до зменшення швидкості потоку робочої рідини в дросельній щілині до 1.3 м/с. Наведене свідчить про відповідність характеру візуальних картин течії і характеру змін кількісних значень швидкості і тиску фізичним законам, що дозволяє вважати результати коректними.

Висновки. Моделювання процесів у дросельному вузлі з конічним золотником за допомогою моделі на основі розподілених параметрів, яка побудована в пакеті Flow Simulation, показало, що характер візуальних картин течії робочої рідини через дросельну щілину відповідає конфігурації каналів і не суперечить фізичним законам, що дає підстави вважати результати математичного моделювання коректними. В подальшому планується вирішення задачі оцінювання точності моделі шляхом порівняння з експериментальними даними.

Література

1. Эксерн Х. Гидропривод. Основы и компоненты / Х. Эксерн, Р. Фрейтаг [и др.]; под ред. В. К. Свешникова. – Издательство Bosch Rexroth AG, 2003. – 323 с.