

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНОМУ АМОРТИЗАТОРІ

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Анотація. В статті представлена математична модель пневмо-гідралічного амортизатора промислового призначення. Розроблена модель в середовищі MATLAB Simscape імітує два режими роботи: «відбій» та «стиснення», містить механічну та гідравлічну частину, також враховує реологічні властивості рідини та змінні умови експлуатації. Побудована модель перевірено на коректність та адекватність шляхом співставлення значень моделювання з розрахунком та фізичним експериментом.

Ключові слова: амортизатор механічних коливань, дросель, математичне моделювання, перепад тиску, силова характеристика, явище переносу.

Амортизатор механічних коливань є типовим гідроприводом, що застосовується для гасіння вібрацій та шкідливих коливань, що виникають при роботі шарнірних механізмів та ефективно працює у певному діапазоні частот [1-2]. Ефективним рішенням при моделюванні робочих процесів у середовищі MATLAB Simscape є застосування підходу явища переносу [3].

За результатами роботи [4-5] відомо, що найбільший вплив на ефективність роботи амортизатора має коефіцієнт витрати потоку, який визначає швидкість потоку рідини у клапанних системах стиснення та відбою. Корегування геометричних та реологічних параметрів дозволяє змінювати значення даного коефіцієнта, а як наслідок, впливати на перепади тиску та силову характеристику амортизатора. Тому відповідно до схеми (рис.1) складено модель (рис.2) з вхідним сигналом – швидкістю руху поршня, а вихідним – перепадом тиску між поршневою та штоковою порожнинами амортизатора механічних коливань.

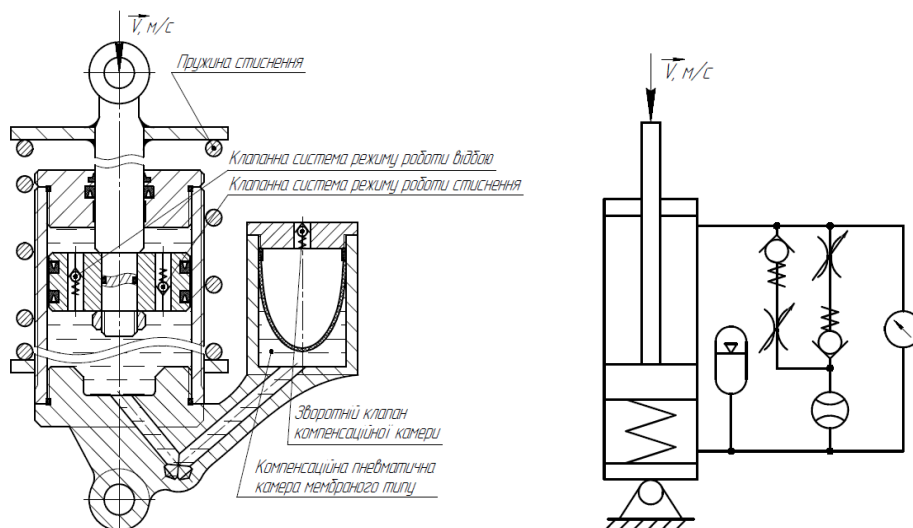


Рис.1 – Схема амортизатора механічних коливань та еквівалентна схема гідравлічна

Наведено результати моделювання (рис.3) за синусоїдального вхідного сигналу частотою 0,5 Гц та амплітудою 0,14 м/с. Наведено наступні основні параметри об'єкта: робоча рідина ISO VG 32, робоча температура – 50 °С, хід поршня – 90 мм, діаметр поршня – 32 мм, діаметр штока – 10 мм, об'єм компенсаційної камери – 13,6 см³, площа дроселів – 15,5 мм²; застосовується клапанна реалізація режимів роботи «відбою» та «стиснення».

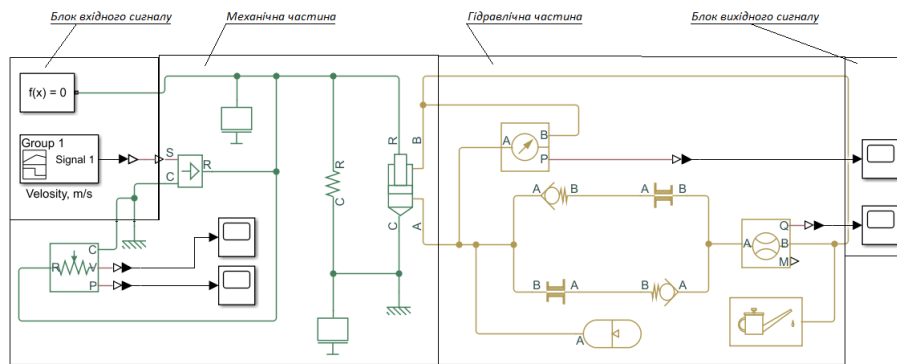


Рис.2 – Модель амортизатора механічних коливань у середовищі MATLAB Simscape

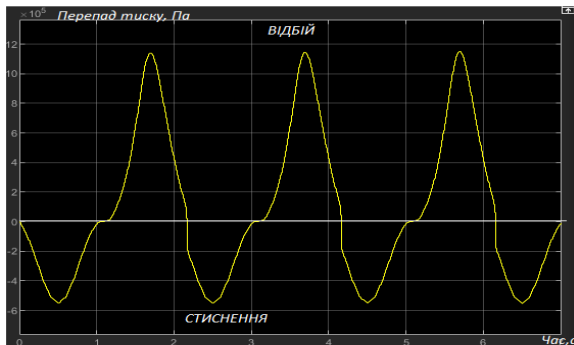


Рис.3 – Результати моделювання гідралічного демпфера

Висновок: побудовано та перевірено на коректність модель в MATLAB Simscape, що було адаптовано під поставлені вимоги, пов'язані з впливом явища переносу. При режимах роботи «стиснення» та «відбою» виявлено притаманні перехідні процеси (рис.3), виділено конструктивні параметри та коефіцієнти переносу, що впливають на силову характеристику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руппель А.А., Сагандыков А.А., Корятов М.С. Моделирование гидравлических систем в matlab: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2009.
2. Дербаремдикер А.Д. Амортизаторы транспортных машин. [2 изд. перераб. и доп.] / А.Д. Дербаремдикер. — М.: Машиностроение, 1985 г. —200 с.
3. Ночніченко І.В., Яхно О.М. Інформаційно-енергетичний підхід до вирішення задач гідродинаміки та механотроніки в процесах переносу енергії/ Mechanics and Advanced Technologies #3 (87), 2019. – стр.38-48. doi: 10.20535/2521-1943.2020.88.195505.
4. Довгополий М.М. Ночніченко І.В. Застосування явища переносу при побудові магнітореологічного демпфера протеза колінного суглоба людини/ XIX ММНТК «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво» -2020.11.25 – С-54-57.

Довгополий Михайло Михайлович – студ., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, mdov99@gmail.com

Лугівський Олександр Федорович – д.т.н., проф, зав. кафедри Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки, к.т.н., доц., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, atoll-sonic@ukr.net

Ночніченко Ігор Вікторович – к.т.н., доц., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, igornoch@gmail.com

Mathematical modeling of processes of the shock absorber

Abstract. The article presents a model of industrial pneumatic-hydraulic shock absorber. The model created in MATLAB Simscape imitated two work regimes: “stretching” and “compression”. The model includes mechanical and hydraulic systems, and considers rheological properties of liquid and variable conditions. The model was approved by mathematical calculations and experiments.

Keywords: shock absorber, throttle, mathematical modeling, pressure drop, force characteristic, transfer phenomenon

Dovhopolyi Mykhailo – student National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, mdov99@gmail.com

Luhovskyi Oleksandr – PhD. Techn. Sc., Prof., National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, atoll-sonic@ukr.net

Nochnichenko Ihor – PhD. Techn. Sc., Ass. Prof., National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, igornoch@gmail.com