

**І. В. Ночніченко, к.т.н., старший викладач,  
В. О. Левченко, студент**

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

## **ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ОДНОТРУБНОМУ ГІДРАВЛІЧНОМУ ДЕМПФЕРІ**

**Актуальність.** Гідравлічні однострубні демпфери набули широкого розповсюдження в об'єктах віброзахисту машинобудівного комплексу. В порівнянні з двотрубними демпферами вони мають ряд переваг, головною з яких є менша чутливість робочої характеристики до температури та кавітації. Гідродинамічна кавітація в демпферах виникає в наслідок місцевого зниження абсолютного тиску, до тиску насичених парів, в одній з його порожнин. У гідравлічних демпферах і гідропневматичних пристроях підвіски характерна кавітація двох основних типів: об'ємна - в робочій порожнині і струминна - в потоці рідини [1]. Принцип роботи однострубного гідравлічного демпфера базується на поглинанні частини енергії коливань і перетворенні її в тепло за рахунок в'язкого тертя рідини в дроселях.

Одним із застосувань такого демпфера є вузол підресорювання скутера або мотоцикла. Під час великих швидкостей руху та роботи з великими частотами більше 15 Гц в такому демпфері (в робочій рідині) може виникнути гідродинамічна кавітація. У гідравлічних розрахунках демпферів зазвичай не враховуються можливі порушення суцільності руху рідини, які відбуваються в місцях, де абсолютний тиск падає до тиску насичених парів, що потребує проведення експериментальних досліджень. Візуалізація процесів руху рідини розширить фізику процесу та дасть можливість виявити етапи утворення кавітації та вспінення.

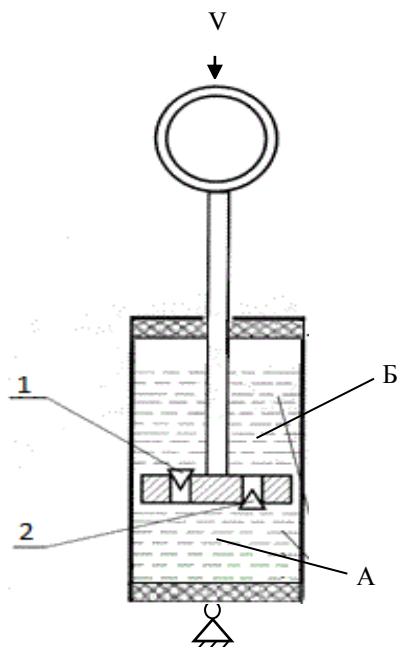


Рисунок 1 – Спрощена конструкція однострубного демпфера

Спрощена конструкція однострубного гідропневматичного демпфера представлена на рисунку 1. Демпфірування досягається за рахунок проходження рідини через калібровані канали та отвори клапанно-дросельного вузла: «стиснення» 1 та «відбою» 2. Обидва клапани розташовано в поршні, а циліндр виконує роль корпусу і циліндра. При поступальному русі штока в низ режим роботи «стиснення» рисунок 1 рідина перетікає з нижньої порожнини А в верхню Б через клапанно-дросельний вузол 1. Режим руху «відбій» поршень рухається в гору клапан 1 закривається, а рідина перетікає через клапанно-дросельний вузол 2.

**Результати.** Для імітації робочих процесів у типовому однострубному демпфері, створено макет (рисунок 2). Для можливості наочного спостереження за робочими процесами гільза демпфера виконана з оргскла. Всі елементи конструкції окрім гільзи використані стандартизовані з демпферу фірми NDT Naidite.

Гідродинамічні процеси можуть імітуватися для різних типів олив з різною в'язкістю. Особливостями запропонованої конструкції демпфера є те що можливо спостерігати гідродинамічні процеси які відбуваються в робочих камерах. Також є можливим додаванням до його конструкції плаваючого поршня, завдяки якому можливо

закачати газ під тиском при не допущенні контакту рідини з газом. Для накачки газу під тиском в конструкції передбачений золотник.

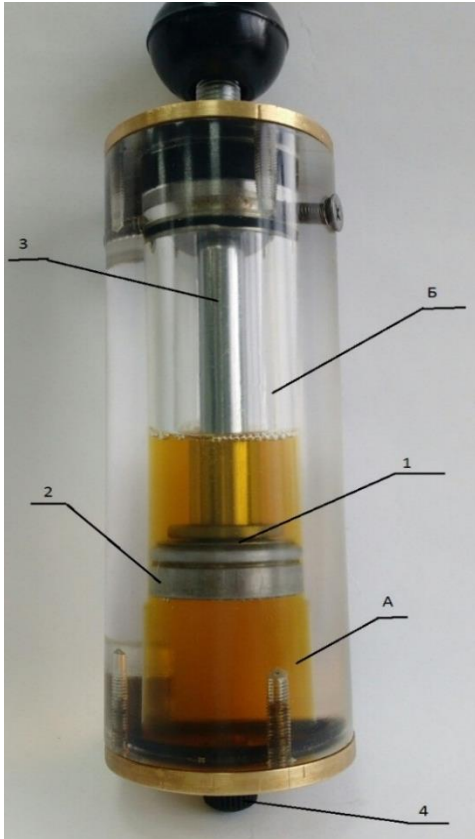


Рисунок 2 – Фото демпфера: 1 – тарілчастий клапан; 2 – поршень; 3 – шток; 4 – ніпель; А – поршнева порожнина; Б – штокова порожнина

Після п'яти поступально зворотних рухів з швидкістю  $\sim 0,02$  м/с, та переміщенням  $\pm 20$  мм робоча рідина піддається дії кавітації і спінюється (рис. 3). Встановлено, що в процесі дроселювання та зусиллю у 100 Н утворюється двофазний потік, який характеризується значним вспіненням рідини на виході в робочих камерах (рис. 3). Утворення в робочій рідині двох фаз змінює її модуль пружності, густину.

Цей процес негативно впливає на його роботу тому, що бульбашки повітря на відміну від рідини являються стисливими і через це вони стискаються до того як рідина перетече з одної порожнини в іншу. Це призводить до зменшення зусилля опору демпфірування та в деяких випадках до провалів робочої характеристики.

Шляхами боротьби з кавітацією є додавання плаваючого поршня під який закачується газ здебільшого азот під тиском від 10 до 20 атмосфер, що покращує характеристики робочої рідини при тепловому розширенні і зменшує ймовірності утворення кавітації.

Розміри кавітаційних порожнин можуть істотно залежати від кавітаційного числа Тома. Для визначення критичних значень параметрів току (тисків та швидкостей), при яких починається струминна кавітація, використовують безрозмірне число Тома [1]:

$$T_o = \frac{2 \cdot (p_1 - p_2)}{\rho \cdot V_1^2}$$

де  $p_1, v_1$  – значення тиску та швидкості в вирахованому перетині потоку (наприклад, на вході у впускний клапан),  $p_2$  – тиск насичених парів рідини при певній температурі навколишнього середовища;  $\rho$  – густина робочого середовища.

З проведених дослідів виявлено, що при роботі демпфера має місце в області пониженого тиску утворення порожнин заповнених паром рідини. Встановлено, що при перепаді тиску 100 Н утворюється двофазний потік, який характеризується появою бульбашок діаметром від 0,01 мм до 0,5 мм. Останнє є причиною змін характеристики демпфера в процесі його роботи.

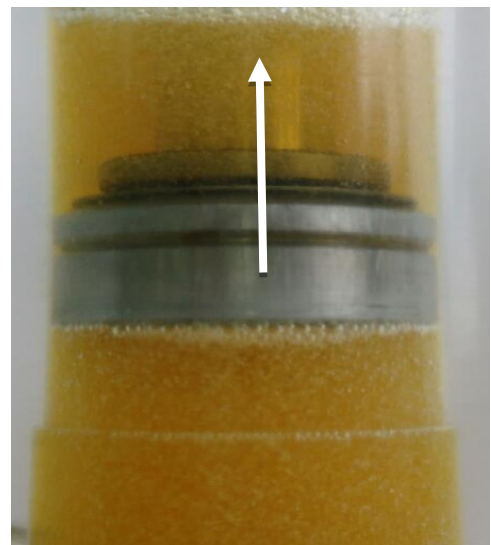


Рисунок 3 – Візуальна картина утворення перших ознак кавітації

### Література

1. Дербаремдикер А. Д. Амортизаторы транспортных машин [2 изд. перераб. и доп.] / А. Д. Дербаремдикер. – М. : Машиностроение, 1985. – 200 с.