

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ УТВОРЕННЯ СПІНЕННЯ ТА КАВІТАЦІЇ В ОДНОТРУБНОМУ ГІДРАВЛІЧНОМУ ДЕМПФЕРІ

Гідравлічні однотрубні 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 до температури та кавітації [1, 2]. Гідродинамічна кавітація в демпферах виникає в наслідок місцевого зниження абсолютного тиску, до тиску насичених парів, в одній з його порожнин. Здебільшого в таких демпферах кавітація виникає двох типів: об'ємна - в робочій порожнині і струминна - в потоці рідини. Принцип роботи однотрубного гідравлічного демпфера базується на поглинанні частини енергії коливань і перетворенні її в теплову за рахунок в'язкого тертя рідини на клапанах та дроселях. Візуалізація

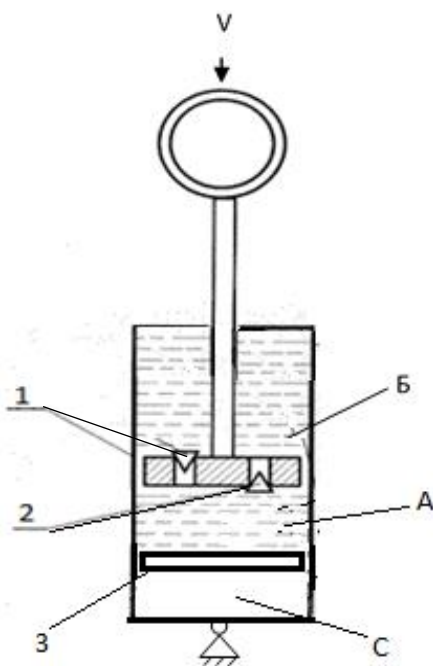


Рис.1. Спрощена конструкція
однотрубного демпфера з
розділовою камерою
(плаваючим поршнем)

процесів руху робочої рідини крізь дроселі та клапани дозволить дослідити гідродинамічні процеси та встановити умови утворення кавітації.

Метою досліджень є визначення особливостей течії робочої рідини в заданих експлуатаційних режимах роботи демпфера.

Для візуалізації процесів у однотрубному демпфері було створено демпфер, елементи якого виконані з поліметилкрилату. Демпфер дозволяє імітувати роботу при перепадах тиску та витраті робочої рідини, які відповідають умовам його функціонування.

В стенді використовується швидкісна фотокамера, що дозволяє фіксувати результати з можливістю їх подальшої обробки. Розроблена конструкція демпфера дозволяє змінювати перепад тиску, витрату та температуру в широкому діапазоні. Спрощена конструкція однотрубного гідропневматичного демпфера представлена на (рис. 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. При поступальному русі штока в низ режим роботи «стиснення» (рис.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. Камера С наповнена повітрям під тиском, що відділена від рідини плаваючим поршнем 3.

Для імітації робочих процесів у типовому однотрубному демпфері, було створено прозорий демпфер 1 і стенд для випробування (рис.2).

Демпфер дозволяє імітувати роботу при перепадах тиску $0 \dots 1$ МПа та витраті робочої рідини $0 \dots 0,0002$ м³/с, температурі $-20 \dots +80$ °С які відповідають умовам функціонування дроселів в гідравлічному демпфері.



Рис.2. експериментальне обладнання:
(1-демпер, 2-штальгель циркуль, 3-перометр, 4- пневмо пістолет)

Для можливості наочного спостереження за робочими процесами гільза демпфера виконана з оргскла. Всі елементи конструкції окрім гільзи та плаваючого поршня використані стандартизовані з демпферу фірми NDT Naidite.

В даному експерименті подавалося повітря під тиском $1 \dots 7$ бари в камеру під плаваючий поршень. Частота коливань поршню забезпечувалась 1 Гц з

швидкістю $\sim 0,02$ м/с, та переміщенням ± 30 мм. Отримані результати підтверджують працездатність та доцільність застосування демпфера та його використання забезпечує можливість безпосередньо кількісно та візуально відобразити реальні робочі процеси (рис.3.).

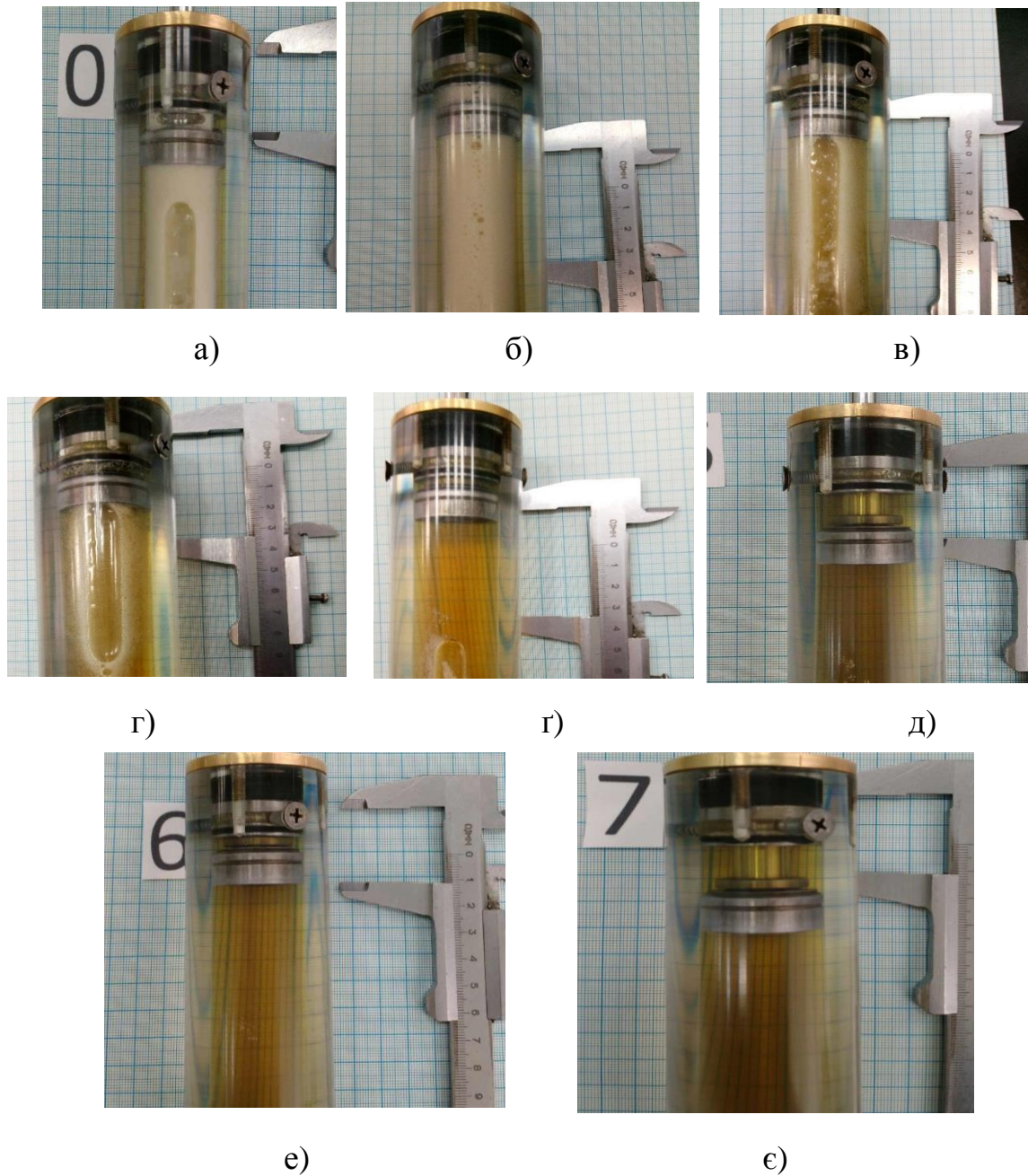


Рис.3. Процес зародження спінення та кавітації в робочій камері демпфера режим роботи дросельний: ($t=20^{\circ}\text{C}$,) демпфера
а-рис.3.а тиск в камері с атмосферний, б-рис.3.б тиск в камері с 1 бар, в-рис.3.в тиск в камері с 2 бари, г-рис.3.г тиск в камері с 3 бари, г-рис.3.г тиск в камері с 4 бари, д-рис.3.д тиск в камері с 5 бари, е-рис.3.е тиск в камері с 6 бар, є-рис.3.є тиск в камері ж 7 бари

При тиску в 7 бар в розділовій камері, спінення рідини та кавітація повністю відсутня. На наступному кроці по експериментальним даним побудовано залежність кількості не розчиненого повітря від тиску в плаваючій камері (рис.4.). При перепаді тиску від 1 до 6 бар з'являється спінення та його інтенсивність зростає пропорційно швидкості руху поршня (рис.4.).

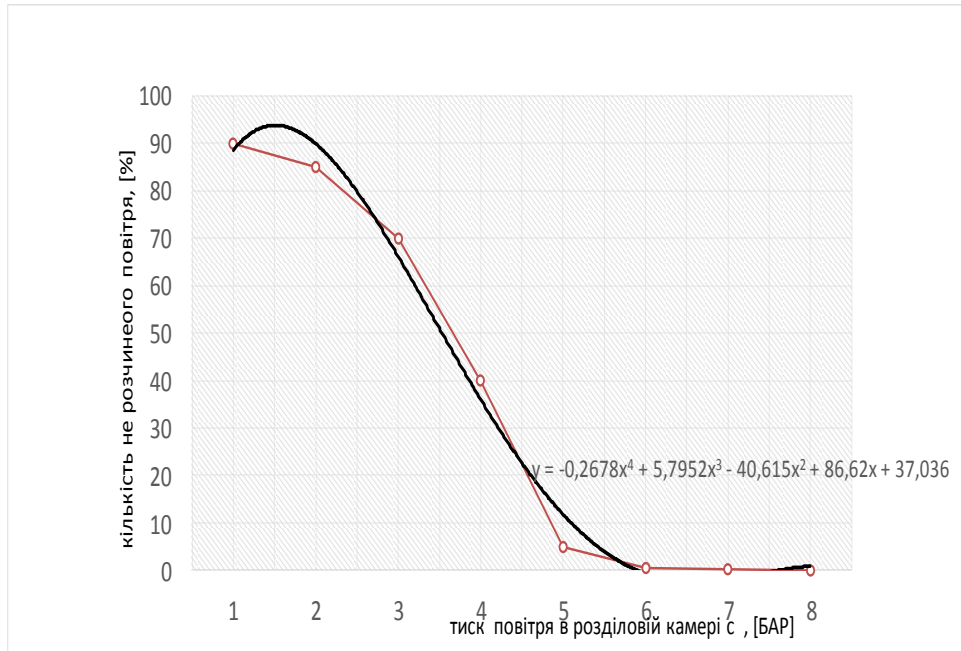


Рис.4. Залежність кількості не розчиненого повітря від тиску в плаваючій камері

Аналіз отриманих розрахункових значень встановив, що при перепаді тиску в 1-6 бар зароджується кавітаційна зона, яка обумовлює неусталеність потоку робочої рідини та утворення невеликих за розміром бульбашок, що змінюють щільність потоку (спінення) (рис.4.). Коли спінене масло проходить через дроселі, демпферне зусилля різко знижується.

Отримані результати підтверджують роботоздатність демпфера, а його використання забезпечує можливість безпосереднього візуального спостереження реальних робочих процесів та кількісного їх оцінювання. В подальшому плануються дослідження різних типів робочих рідин при змінній температурі, для уточнення математичної моделі пневмогідролічного демпфера.

Список використаних джерел:

1. Derbaremdiker, A. D. (1985) *Amortizatory transportnyh mashin* [Shock absorbers transport vehicles] 2nd ed., Mashinostroenie, Moscow, Russia.
2. Nochnichenko I.V. (2014), *Gidravlichny`j amorty`zator z avtomaty`chnoyu stabilizaciyeyu karaktery`sty`k v zminny`x umovax ekspluataciyi, Visny`k Kremenchucz`kogo nacional`nogo universy`tetu im. M.Ostrograds`kogo* vol. 86, no. 3, pp. 117-124.