

<sup>1</sup>Кубіч В.І., доцент кафедри «Автомобілі», к.т.н., доц.

<sup>1</sup>Безпалько М.В., здобувач вищої освіти групи Т-119

<sup>1</sup>Безпалько М.В., здобувач вищої освіти групи Т-119

<sup>2</sup>Рапога М.О., менеджер по продажам автомобілів

<sup>1</sup>Національний університет «Запорізька політехніка» (м. Запоріжжя, Україна);

<sup>2</sup>ТОВ «Авто-Р» (м. Дніпро, Україна).

## ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ АМОРТИЗАТОРА АВТОМОБІЛЯ ПРИ ХОДІ ВІДБОЮ

Багатьма зарубіжними фірмами розроблені і успішно застосовуються підвіски автомобілів нового покоління – активні або адаптивні, які здатні змінювати свої властивості в залежності від умов експлуатації. Великий інтерес викликають основні принципи функціонування цих систем, параметри і елементи управління, а також оптимізація роботи підвіски в цілому. Особливий інтерес представляють магніто-реологічні рідини, які безпосередньо використовуються у порожнечах амортизаторів [1], але їх вартість дуже велика, тому у якості її альтернативи можуть бути використані звичайні амортизаторні рідини – суміш турбінної і трансформаторної оливи 1:1, АЖ-12Т, МГП-10, І-40А (20А) з додаванням магнітно-активних часток. При цьому, останні у стані рівномірного розповсюдження по об'єму рідини під впливом магнітного поля здатні впливати на її опір перетіканню через калібровані отвори клапанів амортизаторів. При цьому, можливо створити умови повного блокування демпфера коливань [2]. Позначений напрямок, на нашу думку, представляється актуальним, оскільки розглянуті раніше деякі аспекти [3] та отримані первинні закономірності [4] мають право на подальший розвиток.

Для визначення впливу магнітного поля на трибологічний стан гідравлічних рідин з додаванням магнітно-активних часток static control (дослідна суміш) і, відповідно з цим, на характеристику опору штоку амортизатора при ході відбою був використаний імітаційний випробувальний стенд з додатковим електрообладнанням, рисунок 1. При цьому моделювалась дія магнітного поля, створеного від постійного струму на в'язкісний стан приготовленої та попередньо дослідженої гідравлічної рідини АЖ-12Т з концентраціями магнітно-активних часток static control  $C_{мч} = 2.4\%$  і  $C_{мч} = 13\%$  [4]. Також за умовами примусового розігрівання корпусу амортизатора у його порожнечі моделювався різний температурний стан дослідної суміші.



Рис. 1 – Електрообладнання імітаційно-випробувального стенду:

1 – реостат; 2 – обмотка збудження статора; 3 – акумуляторна батарея; 4 – вимикач;  
5 – мультиметр; 6 – амперметр

Суміші попередньо заливали у порожнечу амортизатора замість штатної рідини. Для створення магнітного поля використовувалась обмотка збудження статора 2, для зміни сили струму застосовувався реостат 1, а для її вимірювання використовувався амперметр 6. В якості джерела струму використано

аккумуляторну батарею 3, струм від якої подавався вимикачем 4. Для виміру температури амортизатора та напруги застосовувався мультиметр.

Отримані результати досліджень приведені на рисунках 2-4 та вказують на наступне. Магнітне поле, яке створюється постійним струмом в обмотці збудження 3 (рис. 1), обумовлює зміни у створенні сили опору, яка має відмінності при відповідних швидкостях переміщення поршня.

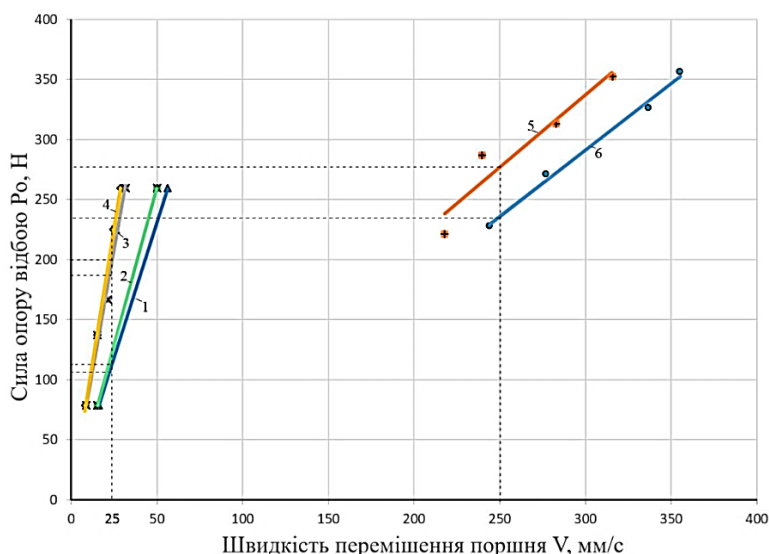


Рис. 2 – Характеристики амортизатора при ході відбою під впливом магнітного поля на суміш з концентрацією магнітно-активних часток  $C_{мч} = 2,4 \%$ :  
 1 – плавний хід при  $I=20A$ ,  $T=40^{\circ}C$ ; 2 – плавний хід при  $I=30A$ ,  $T=40^{\circ}C$ ;  
 3 – плавний хід при  $I=20A$ ,  $T=14^{\circ}C$ ; 4 – плавний хід при  $I=30A$ ,  $T=14^{\circ}C$ ;  
 5 – різкий хід при  $I=30A$ ,  $T=14^{\circ}C$ ; 6 – різкий хід при  $I=20A$ ,  $T=14^{\circ}C$

Для суміші, приготовленої з концентрацією магнітно-активних часток  $C_{мч} = 2,4 \%$  мало місце наступне. Порівняння результатів моделювання плавного переміщення штока, що зумовлювалося навантаженням у 25 кг, при робочій температурі  $40^{\circ}C$  та струму у 20А та 30А вказує на зменшення швидкості переміщення поршня на 10%. При цьому при температурі у  $14^{\circ}C$  змін не спостерігається. Однак цей ефект має місце при моделюванні різкого ходу переміщення з навантаженням у 35 кг. Порівняння результатів плавного переміщення штока при  $40^{\circ}C$  та швидкості переміщення у 25 мм/с із збільшенням струму з 20 до 30 А вказує на збільшення сили опору відбою з 105 Н до 115 Н, тобто на 10%. При температурі, зменшеній до  $14^{\circ}C$  сила опору відбою також збільшилась з 180 Н до 200 Н, тобто на 10%. При різких ходах, що моделювалися вантажами у 32 кг, 35 кг, з температурою  $14^{\circ}C$  зі збільшенням сили струму сила опору відбою збільшилась з 230 Н до 275 Н, тобто на 17%.

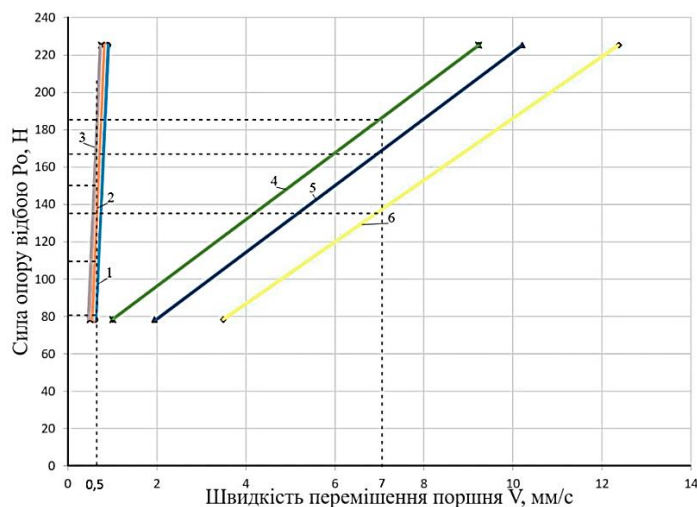


Рис. 3 – Характеристики амортизатора при плавному ході відбою під впливом магнітного поля на суміш з концентрацією магнітно-активних часток  $C_{мч} = 13 \%$ :  
 1 – без впливу магнітного поля,  $T = 6^{\circ}C$ ; 2 –  $I=20A$ ,  $T=6^{\circ}C$ ; 3 –  $I=30A$ ,  $T=6^{\circ}C$ ; 4 –  $I=30A$ ,

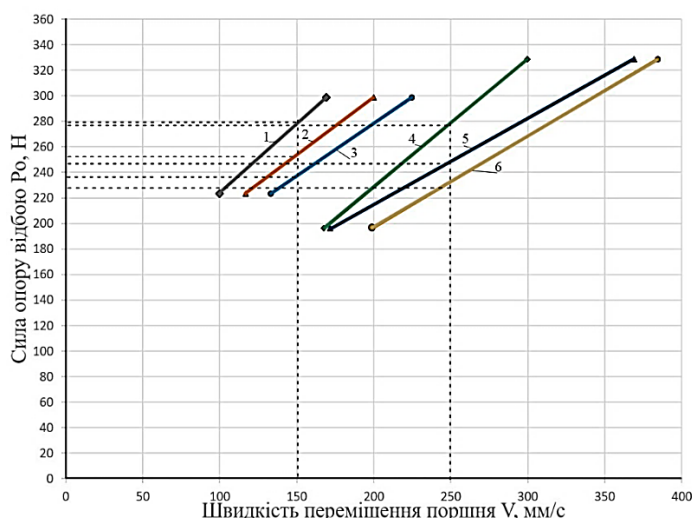
$T=40^{\circ}\text{C};$

5 –  $I=20\text{A}$ ,  $T=40^{\circ}\text{C}$ ; 6 – без впливу магнітного поля,  $T=40^{\circ}\text{C}$

Для суміші, приготовленої з концентрацією магнітно-активних часток  $C_{\text{мч}}=13\%$  мало місце наступне.

При плавному ході висока концентрація магнітних часток у 13% значно впливає на швидкість переміщення поршня при температурі  $40^{\circ}\text{C}$ . При цьому, швидкість переміщення поршня зменшується в 1,23 рази і в 1,35 рази при збільшенні сили струму з 20А до 30А. Із збільшенням сили струму має місце збільшення сили опору. Так, при температурі  $6^{\circ}\text{C}$  сила опору збільшилась на 87% при збільшенні сили струму від 0 до 30 А, і на 36 % зі збільшенням сили струму від 20 до 30 А. При температурі  $40^{\circ}\text{C}$  сила опору при збільшенні сили струму від 0 до 30 А збільшилась на 37%, і відповідно, на 12% зі збільшенням сили струму від 20 до 30 А.

При різкому ході швидкість переміщення поршня також зменшується під впливом магнітного поля. Так, при температурі у  $6^{\circ}\text{C}$  збільшення струму з 20 до 30 А швидкість переміщення зменшилась на 13% з 116,6 до 100 мм/с. При температурі у  $40^{\circ}\text{C}$  А при збільшенні сили струму з 0 до 30 А швидкість переміщення зменшилась на 15%, тобто з 198 мм/с до 167,9 мм/с. Це свідчить про те, що зі збільшення температури зменшується вплив на швидкість переміщення поршня. Для температури  $6^{\circ}\text{C}$  при збільшенні сили струму з 0 до 30 А сила опору збільшилась на 19%, і відповідно, на 10% із збільшенням сили струму з 20 до 30 А. Для температури  $40^{\circ}\text{C}$  при збільшенні сили струму з 0 до 30 А сила опору збільшилась на 19%, і відповідно, на 12% із збільшенням сили струму з 20 до 30 А.



**Рис. 4 – Характеристики амортизатора при різкому ході відбою під впливом магнітного поля на суміш з концентрацією магнітно-активних часток  $C_{\text{мч}}=13\%$  :**  
1 –  $I=30\text{A}$ ,  $T=6^{\circ}\text{C}$ ; 2 –  $I=20\text{A}$ ,  $T=6^{\circ}\text{C}$ ; 3 – без впливу магнітного поля,  $T=6^{\circ}\text{C}$ ; 4 –  $I=30\text{A}$ ,  $T=40^{\circ}\text{C}$ ; 5 –  $I=20\text{A}$ ,  $T=40^{\circ}\text{C}$ ; 6 – без впливу магнітного поля,  $T=40^{\circ}\text{C}$

Наведені результати вказують на можливість здійснення керованого впливу на робочі процеси, що протікають у порожнині амортизатора у випадку застосування гідравлічних рідин з магнітно-активними частками static control. Для цього потрібні подальші дослідження, що дозволять визначити алгоритми керування демпфуючими властивостями гасників коливань у підвісках автомобілів.

#### **Література**

1. Магнитореологические жидкости: технологии создания и применение: монография / Е.С. Беляев [и др.]; под ред. А.С. Плехова. - Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2017. 94 с.
2. Магнитные эффекты в газожидкостных системах с магнитной жидкостью / В. М. Полуин, П. А. Ряполов, К. С. Рябцев, А. А. Моцар // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2017. Т. 7, № 4 (25). С. 138-145.
3. Рапота М.О. Деякі аспекти вдосконалення адаптивної підвіски автомобіля категорії М1 /Рапота М.О., Кубіч В.І.// «Тиждень науки-2018» - щоріч. наук.-практ. конф., 16-20 квітня 2018 р.: зб. тез допов., Т.1. Запоріжжя, 2018. ЗНТУ. С.117-118
4. Рапота М.О. Визначення впливу магнітного поля на в'язкісний стан рідин для гідравлічних систем/ М.О. Рапота, В.І. Кубіч//Сучасні підходи до вискоефективного використання засобів транспорту ІХ міжн. наук.-практ. конф., 6-7 грудня 2018. ДІ НУ «ОМА». м. Ізмаїл. С.195-197