

УДК 627.341.65

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ФАКТОР В РАБОТЕ ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКОГО АМОРТИЗАТОРА

В. А. Билык

*Лаборатория реофизики и макрокинетики,
Институт тепло- и массообмена Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь*

Введение

За последние десятилетия предложено множество способов подрессоривания различных элементов транспортного средства [1, 2], построены классические теории колебаний подрессоренных и непрессоренных частей (масс) [2, 3], проанализированы многие факторы внешние воздействия [3], экспериментально исследованы как сами амортизаторы, так и в комплексе подвески или транспортные средства.

В настоящее время трудно представить подвеску в транспортном средстве без демпфера или амортизатора [1, 4]. Каждый амортизатор уникален по своим характеристикам из-за необходимого выбора геометрических размеров, конструктивного и технологического решения, используемой амортизаторной жидкости [4, 5]. Согласно ГОСТ27.002–83 безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохранность амортизатора являются составными элементами его надежности, что и определяет качество изделия. Обычно используется амортизатор телескопического типа.

Особенностью исследуемого амортизатора телескопического типа является использование двухкольцевого зазора и электрореологической жидкости. Изменение напряженности электрического поля на электродах электрореологического (ЭР) амортизатора позволяет менять вязкость электрореологической жидкости (ЭРЖ) [5] и соответственно менять удерживаемые усилия на штоке амортизатора.

Как известно, гашение колебаний происходит за счет превращения в амортизаторе кинетической энергии в тепловую [4] с последующим ее рассеиванием (диссипацией) с помощью внутреннего трения, обусловленного повышенной вязкостью жидкости. Разогрев электрореологической жидкости вызывает нагрев амортизатора. В то же время при увеличении температуры вязкость ЭРЖ уменьшается и это ведет к уменьшению удерживаемого усилия на штоке амортизатора.

Постановка экспериментального исследования

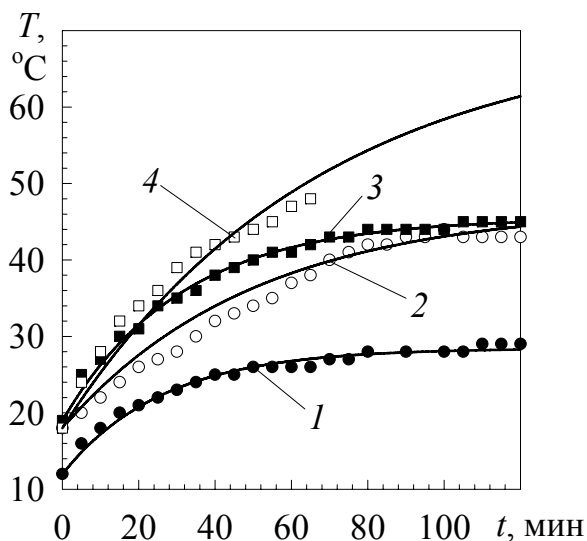
Целью данной работы является исследование характеристик электрореологического амортизатора с электрореологической жидкостью при различных температурах.

Исследования электрореологического амортизатора были произведены на стендовой установке Shenck (Минский завод колесных тягачей). В ЭР амортизаторе используется ЭРЖ, состоящая из дисперсной фазы в виде двухкомпонентного оксида, дисперсионной среды, поверхностно-активных веществ и активатора. Внешние параметры изменялись в пределах: частота колебаний 1...5 Гц, амплитуда колебаний 20...30 мм, напряженность

электрического поля $0 \dots 2.5$ кВ/мм. При экспериментальном определении характеристик амортизатора измерялись усилие на штоке ЭР амортизатора, давления в надштоковой и подштоковой областях, температура на поверхности ЭР амортизатора. Максимальный период измерений – 2 часа.

Результаты экспериментального исследования и обсуждение

Экспериментальные данные по температуре на поверхности управляемого электрореологического амортизатора представлены на рисунке 1.



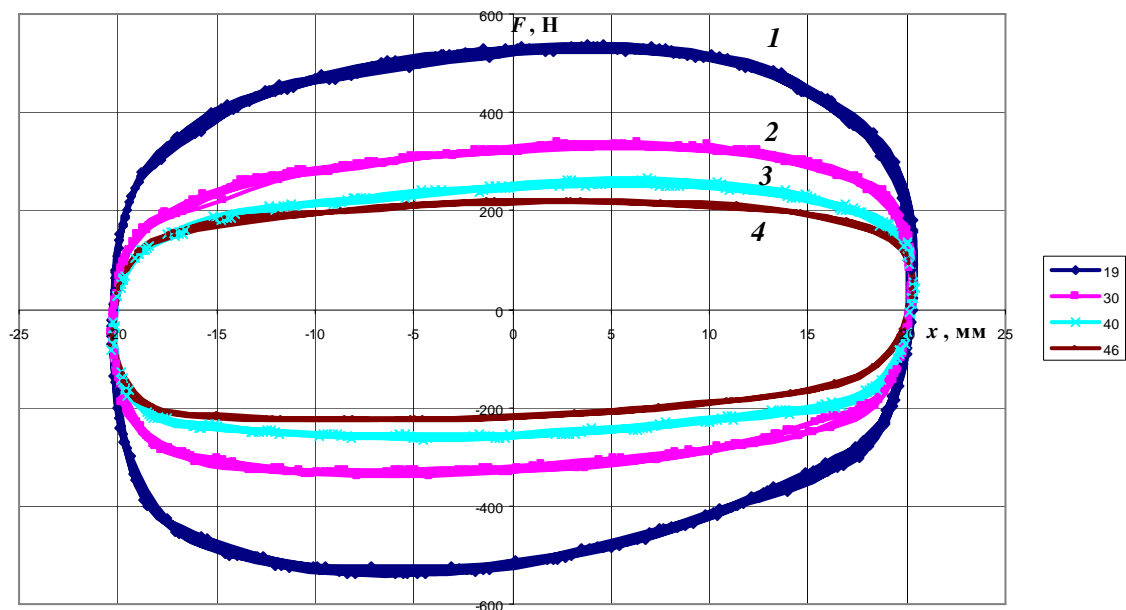
1 – $f = 1.5$ Гц, $E = 0$ кВ/мм; 2 – $f = 1.5$ Гц, $E = 1$ кВ/мм;
3 – $f = 2.5$ Гц, $E = 0$ кВ/мм; 4 – $f = 2.5$ Гц, $E = 1$ кВ/мм.

Рисунок 1 – Зависимость температуры на поверхности ЭР амортизатора от времени испытаний при перемещении штока (амплитуда $A_m = 20$ мм) с различной частотой f . Напряженность электрического поля $E = 0; 1$ кВ/мм

Как видно из рисунка 1, при включении управляющего сигнала (напряженность электрического поля $E = 1$ кВ/мм) электронного блока управления температура на поверхности амортизатора увеличивается на большую величину по сравнению с режимом работы без поля при перемещении штока амортизатора с амплитудой $A_m = 20$ мм и частотой f .

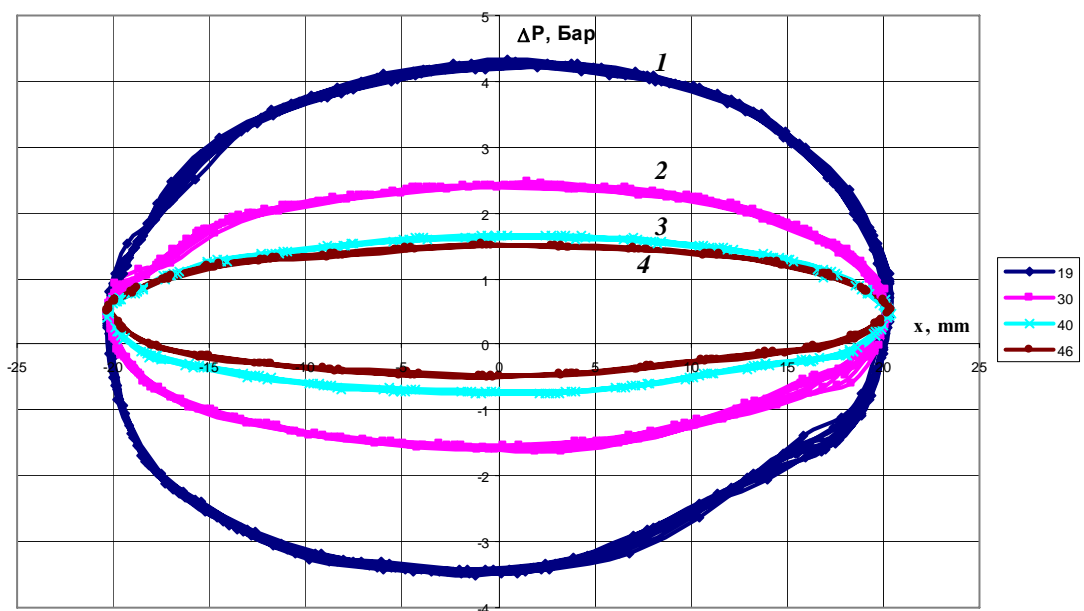
1) при $f = 1,5$ Гц, к примеру, через 2 часа непрерывной работы разница температур составляет $43 - 29 = 14^\circ\text{C}$;

2) при $f = 2,5$ Гц, к примеру, через 2 часа непрерывной работы, разница температур составляет $61 - 45 = 16^\circ\text{C}$.



1 – $T = 19^{\circ}\text{C}$; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 46.

Рисунок 2 – Зависимость усилия на штоке ЭР амортизатора от перемещения (амплитуда 20 мм, частота 2,5 Гц) при различных температурах T , определяемых на поверхности амортизатора

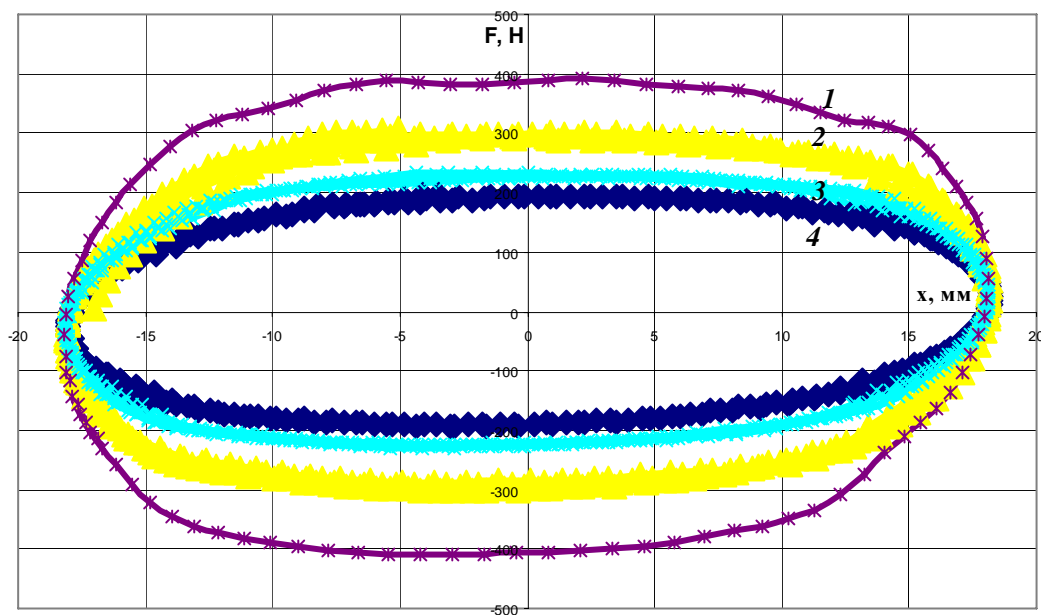


1 – $T = 19^{\circ}\text{C}$; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 46.

Рисунок 3 – Зависимость перепада давления в кольцевом канале ЭР амортизатора от перемещения (амплитуда 20 мм, частота 2,5 Гц) при различных температурах T , определяемых на поверхности амортизатора

Заданные режимы перемещения штока амортизатора при частотах 1,5 и 2,5 Гц имеют ускорениям $A_m \cdot \omega^2 = 1.8$ и 4.9 м/с^2 соответственно, что соответствует диапазону максимальных значений ускорений кабины транспортного средства. Это означает, что управляемый амортизатор не будет перегреваться в рабочих режимах выше 80°C . По стандартам допускается нагрев амортизатора до $150\text{--}160^\circ\text{C}$. Таким образом, температурные условия позволяют уменьшить поверхность амортизатора при производственной необходимости по корректировке конструкции ЭР амортизатора.

Характеристики ЭР амортизатора (усилие на штоке и перепад давления в кольцевом канале) зависят как от температуры, так и от напряженности электрического поля (рисунок 4).



1 – $E = 2 \text{ кВ/мм}$; 2 – 1,5; 3 – 1; 4 – 0 (без поля).

Рисунок 3 – Зависимость усилия на штоке ЭР амортизатора от перемещения (амплитуда 18 мм, частота 1,5 Гц) при различных напряженностях электрического поля E

В результате экспериментальных исследований получены зависимости перепада давлений и усилия на штоке от перемещения. Температура на поверхности амортизатора изменялась в пределах $19\text{--}83^\circ\text{C}$. Получены зависимости температуры на поверхности ЭР амортизатора и тока, проходящего через жидкость в зазорах ЭР амортизатора, от времени в течение заданного периода (1–2 часа), а также сопоставительные данные при нагреве и остывании ЭР амортизатора.

Анализ экспериментальных данных показал, что при увеличении температуры удерживаемое усилие на штоке амортизатора уменьшается. К примеру, усилие на штоке уменьшилось на 25% с 520 до 390 Н, задавая режим перемещения штока с амплитудой 20 мм, частотой 1,5 Гц, напряженности

электрического поля $E = 0$ кВ/мм и увеличении температуры с 20 до 31°C. Задавая режим перемещения штока с амплитудой 20 мм, частотой 2,5 Гц: и напряженности электрического поля $E = 0$ кВ/мм, увеличении температуры с 19 до 45°C, усилие на штоке уменьшается на 59% с 530 до 220 Н; при подаче управляющего сигнала $E = 1$ кВ усилие уменьшается на 40% от 680 до 410 Н при увеличении температуры от 19 до 45°C; при подаче управляющего сигнала $E = 0,5$ кВ усилие уменьшается на 39% от 410 до 250 Н при увеличении температуры от 19 до 45°C.

Заключение

Т.о., данное исследование позволило определить характеристики ЭР амортизатора при различных температурах и напряженностях электрического поля, подтвердить повторяемость и стабильность характеристик такого амортизатора. Полученные результаты необходимо учитывать при разработке системы подпрессоривания элементов транспортного средства.

Литература

- [1] Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Москва. Машиностроение. 1972.
- [2] Альгин В.Б. Динамика, надежность и ресурсное проектирование трансмиссий мобильных машин. Минск. Наука и техника. 1995.
- [3] Рейзина Г.Н. Системный анализ вибронагруженности многоопорных машин. Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук. Минск. 2006.
- [4] Дербаремдикер А.Д. Амортизаторы транспортных машин. Москва. Машиностроение. 1985.
- [5] Коробко Е.В. Электроструктурированные (электрореологические) жидкости: особенности гидромеханики и возможности использования. Минск. ИТМО АНБ. 1996.