

Суммарный статический прогиб рессорного подвешивания $f_{ст} = 0,050$ м, статический прогиб надбуксовых прокладок $\Delta_{ст.п} = 0,004$ м. При этом трение (суммарное по вагону) в надбуксовых прокладках, определенное по тарифовочным характеристикам КВЗ, составляет $55 \cdot 10^4$ — $62 \cdot 10^4$ Н. Исследованы прокладки с нижним и верхним пределом относительного трения.

Динамические характеристики вагонов с надбуксовыми прокладками и без прокладок приведены на рис. 2. Анализ графиков показывает, что при наличии таких прокладок ускорения вагонов практически не отличаются от ускорений вагонов без надбуксовых прокладок.

Таким образом, для безопасного движения, повышения плавности хода, а также для уменьшения напряжений в осях колесных пар грузовых вагонов рекомендована постановка МР в надбуксовом подвешивании, практически не влияющая на динамические качества наддресорного строения вагонов.

УДК 620.178.311.6

А. А. ТРОЙНИКОВ

ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГО-ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА МР В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ψ — коэффициент рассеяния энергии в материале, равный отношению рассеянной за цикл энергии к максимальной потенциальной энергии деформации;

$\bar{C}_3 = \frac{C_3}{C_p}$ — относительная эквивалентная жесткость;

C_3 — эквивалентная жесткость (по методу прямой линеаризации);

$C_p = \frac{T}{a}$ — расслоенная жесткость;

T, a — коэффициенты подобных преобразований по силе и перемещению, найденные при условии $\bar{A} = 5$;

$\bar{A} = \frac{A}{a}$ — относительная амплитуда деформации;

A — амплитуда деформации.

Основное требование, предъявляемое к амортизаторам и демпферам из материала МР при длительном циклическом деформировании, состоит в обеспечении постоянства их упруго-демпфирующих характеристик, которые достаточно полно определяются эквивалентной жесткостью и коэффициентом рассеяния энергии [1].

Задача исследования состояла в определении характера изменения свойств материала при наработке и выявлении главных факторов, влияющих на это изменение.

Исследование проводилось на втулочных элементах (ВЭ), собранных в амортизатор по схеме двустороннего гистерезисного упора. Экспериментальная обработка проводилась методом обобщенных переменных, позволяющим исключить из рассмотрения непосредственное влияние геометрических размеров, формы и исходных параметров материала [2].

Длительные испытания проводились на установке УКИ-10М. Изменение характеристик в процессе наработки определялось по изменению коэффициента рассеяния и эквивалентной жесткости на установке статических испытаний.

На рис. 1 приведена зависимость изменения коэффициента рассеяния в процессе наработки для различных режимов нагружения. На начальной кривой (1) выбрано несколько точек (2, 3, 4, 5, 6), соответствующих различным относительным амплитудам деформации.

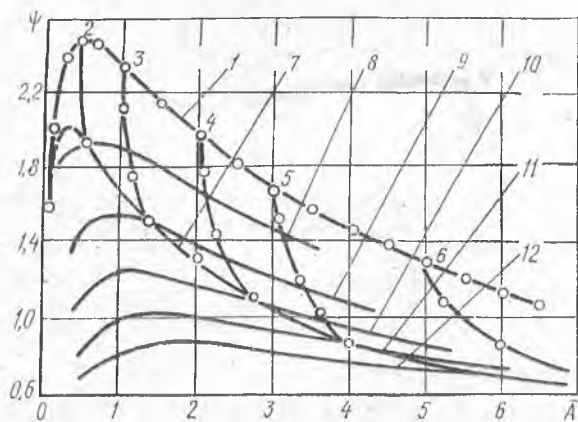


Рис. 1. Зависимость коэффициента рассеяния энергии в материале от относительной амплитуды деформации при наработке

Начиная с первых циклов, процесс деформирования ВЭ сопровождается снижением коэффициента рассеяния для всех режимов. Однако характер и темп изменения различны и, если скорость нагружения постоянна, зависят только от амплитуды деформации. Снижение коэффициента рассеяния при наработке связано с изменением характера взаимодействия между элементами в точках их контакта. В процессе приработки технологический рельеф переходит в рабочий, площадь фактического контакта увеличивается, жидкостное трение переходит в граничное, коэффициент трения растет [3]. В результате увеличения трения часть элементов (витки спирали) теряет способность ко взаимному перемещению в точках контакта и образует неподвижные соединения элементов. В контактах, сохранивших подвижность после возрастания коэффициента трения, интенсивно повышается температура [4], [5].

Повышение температуры в контакте приводит к схватыванию поверхностей. При этом контакты, образующие устойчивые соединения элементов, увеличивают долю неподвижных соединений в образце, а в контактах с неустойчивыми зонами схватывания развивается патологический износ [6]. Этот период наработки характеризуется интенсивным разрушением поверхностей в точках контакта элементов, обильным выделением продуктов износа и высоким темпом снижения коэффициента рассеяния по процессам 2, 3, 4, 5, 6 (рис. 1). Виброразогрев образца приводит к изменению механических свойств исходного материала элементов и снижению их упругих свойств [7].

Через определенное количество циклов, равное числу циклов стабилизации, в результате износа уменьшаются сдавливающие нагрузки между элементами и снижается температура в образце [8]. Структура материала (соотношение между подвижными и неподвижными контактами) стабилизируется. Изменение коэффициента рассеяния происходит по закону 7 (рис. 1), общему для всех режимов. При этом темп изменения существенно снижается, но по-прежнему остается различным для каждого режима. Переход с одного режима на другой в течение всего периода наработки осуществляется по процессам, идентичным по форме 8, 9, 10, 11, 12, но расположенным на различных по коэффициенту рассеяния уровнях.

Изменение относительной эквивалентной жесткости от относительной амплитуды деформации при наработке (рис. 2) протекает по начальному закону I в сторону увеличения амплитуды. При малых амплитудах $\bar{A} < 3$ процесс образования неподвижных соединений элементов выражен слабее по сравнению с износом в точках контакта. С появлением зон износа ослабля-

ется жесткость связей между элементами, поэтому при нормальных условиях нагружения (граничное трение, нормальный износ) относительная жесткость ВЭ уменьшается. При нарушении условий граничного трения характер изменения относительной жесткости может протекать по законам, отличным от начального, а при жестких режимах трения (внутреннее трение) относительная жесткость может возрасти.

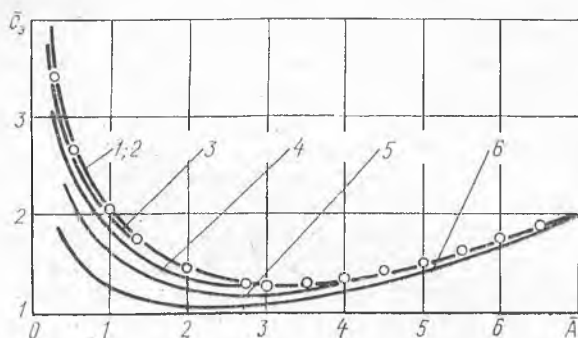


Рис. 2. Зависимость относительной эквивалентной жесткости от относительной амплитуды деформации при парботке

При амплитудах $\bar{A} > 3$ увеличиваются сдавливающие нагрузки и виброскорость в контактах, возрастает коэффициент трения, повышается температура; число неподвижных соединений возрастает, что приводит к увеличению относительной жесткости ВЭ.

В окрестности точки $\bar{A} = 3$ существует равновесие между процессами ослабления связей в результате износа и образования неподвижных соединений элементов в связи с увеличением коэффициента трения. В этой области изменение относительной жесткости при парботке незначительно.

При переходе с более тяжелого режима нагружения на легкий (с больших относительных амплитуд на малые) изменение жесткости протекает по процессам, идентичным 2, 3, 4, 5, 6. Такой характер изменения вызван износом элементов и появлением динамической усадки ВЭ.

Таким образом, экспериментально установлено, что существенное влияние на изменение свойств материала при парботке оказывает виброскорость, определяемая амплитудой деформации и частотой нагружения. С виброскоростью связаны температурный режим в точках контакта элементов, интенсивность

износа, характер процесса трения, а также изменение механических характеристик исходного материала проволоки.

Наиболее эффективным способом повышения стабильности свойств материала является изменение режима трения в контактах, например, путем введения в образец смазки. Для этих целей можно применять жидкие, густые и твердые смазки. Приведенные зависимости (рис. 3) позволяют сделать вывод об эффективности каждого метода.

Жидкие смазки хорошо охлаждают материал и особенно зоны контакта элементов, однако сложность в применении и невысокая надежность ограничивают их широкое применение. Более доступным является применение густых смазок, но этот способ предотвращения износа малоэффективен при больших виброскоростях деформирования материала. Перспективным можно считать применение твердых смазок на основе графита или дисульфидного молибдена. Твердые смазки значительно снижают износ в широком интервале скоростей скольжения контактирующих поверхностей [9]. Основная трудность в этом случае состоит в технологии нанесения тонкого слоя смазки и термической обработке полученного защитного слоя. Однако первые опыты показывают, что этот путь в дальнейшем может в значительной мере решить вопрос о стабильности характеристик материала МР в условиях длительного циклического нагружения.

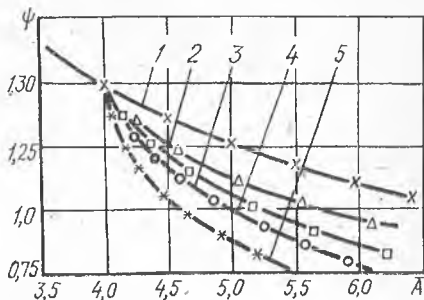


Рис. 3. Влияние вида смазки на характер изменения коэффициента рассеяния при наработке:

1—исходная кривая (статика); 2—жидкая смазка; 3—твердая смазка; 4—густая смазка; 5—смазка в состоянии поставки

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузицкий В. Н., Тройников А. А. Расчет втулочных амортизаторов. — В сб.: «Вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов». Куйбышев, 1976, вып. 3.

2. Тройников А. А., Трубин В. Н., Лазуткин Г. В. К вопросу об упругодемпфирующих свойствах материала МР. — В сб.: «Вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов». Куйбышев, 1975, вып. 2 (73).

3. Костецкий Б. И. Трение, смазка и износ в машинах. Киев, «Техника», 1970.
4. Крагельский И. В., Виноградова И. Э. Коэффициенты трения. М., «Машиз», 1962.
5. Виноградов Ю. М. Трение и износ модифицированных металлов. М., «Наука», 1972.
6. Лозовский В. Н. Схватывание в прецизионных парах трения. М., «Наука», 1972.
7. Красильников Л. А., Зубов В. Я. Релаксационная прочность и циклическая стойкость холоднотянутой проволоки. М., «Металлургия», 1970.
8. Тройников А. А. Стабильность упругих свойств материала МР. — В сб.: «Вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов». Куйбышев, 1976, вып. 3.
9. Трение и износ при высоких температурах. АН СССР, М., 1973.

УДК 620.178.311

Д. Ф. ПИЧУГИН, Л. Г. ШЛИМОРДАНОВ

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И ОБЪЕМА ИЗДЕЛИЯ ИЗ МР НА ЕГО УПРУГО-ДЕМПФИРУЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Упруго-демпфирующие свойства материала МР оцениваются относительным упругим восстановлением $\Delta \bar{h}$, условным модулем упругости E_m и коэффициентом рассеяния ψ .

Под относительным упругим восстановлением понимается величина $\Delta \bar{h} = \Delta h / h_n$, где $\Delta h = h_n - h_k$,

h_n — высота изделия вне пресс-формы в ненагруженном состоянии;

h_k — высота изделия, находящегося в пресс-форме под действием силы прессования.

Условный модуль упругости определен в виде

$E_m = c \frac{h_n}{s}$, где s — площадь основания;

c — средняя жесткость изделия, определяемая как тангенс угла наклона прямой, соединяющей точки в начале и в конце деформационного цикла.

Под коэффициентом рассеяния понимается отношение циклической энергии рассеяния ΔW к потенциальной энергии цикла W .