

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА РЕЛАКСАЦИИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГЛОЩАЮЩЕГО АППАРАТА С ПОЛИМЕРНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Жиров П.Д.

ГОУ ВПО «Брянский государственный технический университет», Брянск, Россия, e-mail: pashadsm@ya.ru

Получено математическое описание одного из малоизученных на подвижном составе эксплуатационного фактора – фактора релаксации комплекта полимерных элементов. Данное описание внедрено в математическую модель современного поглощающего аппарата автосцепки ПМКП-110, и даны рекомендации по его применению. Для изучения фактора релаксации полимерных элементов проводились статические натурные испытания, заключающиеся в серии нагружений с различными интервалами времени до заданного уровня сил. Далее строилась точечная диаграмма зависимости деформации от времени между нагружениями и по методу наименьших квадратов находились параметры теоретической зависимости. В ходе эксперимента также было установлено время релаксации системы, равное 2,43 мин. Показано, что при максимальной деформации ($\epsilon_0 = 0,301$) накопление остаточной деформации останавливается, если время ожидания превышает 20–30 минут. Для подтверждения полученных параметров проводились стендовые ударные испытания.

Ключевые слова: поглощающий аппарат, релаксация, полимерные элементы.

THE INFLUENCE OF THE FACTOR OF THE RELAXATION ON THE CHARACTERISTICS OF THE ABSORBING DEVICE WITH POLYMERIC ELEMENTS

Zhirov P.D.

Bryansk state technical university, Bryansk, Russia, e-mail: pashadsm@ya.ru

The mathematical description of one of a little studied on the rolling stock operational factor – the factor or relaxation the complete set of polymeric elements is received this description is introduced in mathematical model of the modern spring buffer ПМКП-110 and recommendations for its use are given. The static full-scale testing were carried out to study the factor of relaxation of polymeric elements/ It consisted of a series of loads at different intervals of time to the set level of forces. After that the dot diagram was constructed based on the time of strain between the loads, and there were the parameters of the theoretical dependence on the method of least squares. During the experiment it was determined the time of relaxation of the system equal to 2,43 minutes. It's show that at the maximum deformation ($\epsilon_0 = 0,301$) the accumulation of residual deformation is stopped, if waiting time exceeds 20-30 minutes. To confirm the received parameters the shock experimental studies were carried out at the stand-hill.

Keywords: the spring buffer, a relaxation, polymeric elements.

Одними из важнейших задач для модернизации российского подвижного состава являются повышение эффективности и безопасности грузоперевозок, а также обеспечение сохранности вагонного парка. Основным элементом конструкции вагона, обеспечивающим защиту от продольных воздействий в эксплуатации вагонов и грузов, является амортизатор удара (поглощающий аппарат автосцепки).

В последнее время появились новые типы аппаратов класса Т1 и Т2 с полимерными рабочими элементами. Опыт эксплуатации подобных аппаратов показал, что их характеристики существенно зависят от эксплуатационных факторов [2], в число которых входит фактор релаксации полимеров.

В ходе эксплуатации поглощающий аппарат испытывает постоянные соударения как при маневровых операциях (с относительно большим интервалом времени и большой де-

формацией), так и при поездных режимах (в относительно малые промежутки времени и с малым ходом). Релаксационный режим деформирования полимеров способствует снижению деформации во времени и при достаточно малом времени между деформациями может привести к появлению остаточной деформации. При повторениях подобного цикла нагружения и отдыха картина окажется точно такой же, однако каждый новый цикл будет начинаться не от нуля, а от уровня, отличающегося от предыдущего на величину $\epsilon_{ост}$. Таким образом, остаточные деформации будут накапливаться (рис. 1) [4].

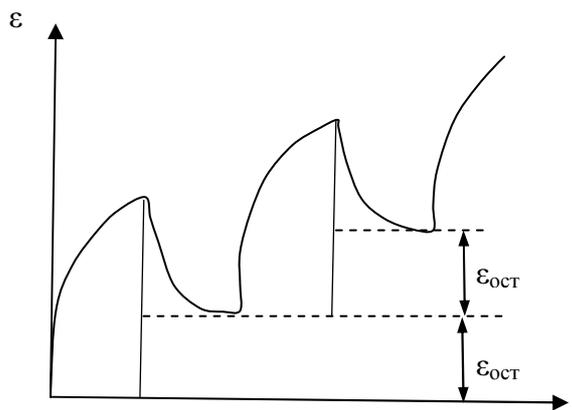


Рис. 1. Накопление остаточных деформаций при последовательных циклах нагружение – разгрузка.

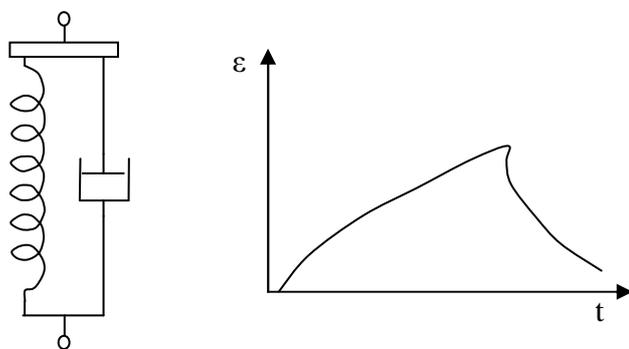


Рис. 2. Схема модели Кельвина-Фойгта.

где τ – время релаксации системы, т.е. время, в течение которого деформации в системе уменьшаются в e (2,718) раз, ϵ_0 – относительная начальная деформация. Таким образом, можно ввести в математическую модель аппарата зависимость начальной затяжки от времени, как сумму накопленной остаточной деформации.

Для учета фактора релаксации необходимо установить время релаксации системы τ , а также найти время, при котором накопление остаточной деформации отсутствует.

С этой целью были проведены экспериментальные исследования.

Комплект полимерных элементов собирался в специальном приспособлении, имитирующем начальную затяжку в поглощающем аппарате (рис. 3). Проводилась серия статических нагружений с записью силовой характеристики полимерного комплекта. Эксперимент предусматривал 13 нагружений до ограничивающей силы с интервалами 3, 5, 10, 20, 30 минут, 1, 2, 6, 12 часов, 1 суток, 3 суток,

накопление остаточной деформации может негативно сказываться на работе поглощающего аппарата за счет снижения начальной затяжки. При достаточно большом накоплении остаточных деформаций подпорный блок может перестать поддерживать клиновую систему и произойдет резкое падение характеристик амортизатора.

Механическая модель подпорного блока полимерных элементов, применяемых в поглощающих аппаратах, достоверно описывается моделью Кельвина-Фойгта (рис. 2). Снижение деформации после снятия нагрузки по модели представляется экспоненциальной зависимостью [1; 5]:

$$\epsilon = \epsilon_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right),$$

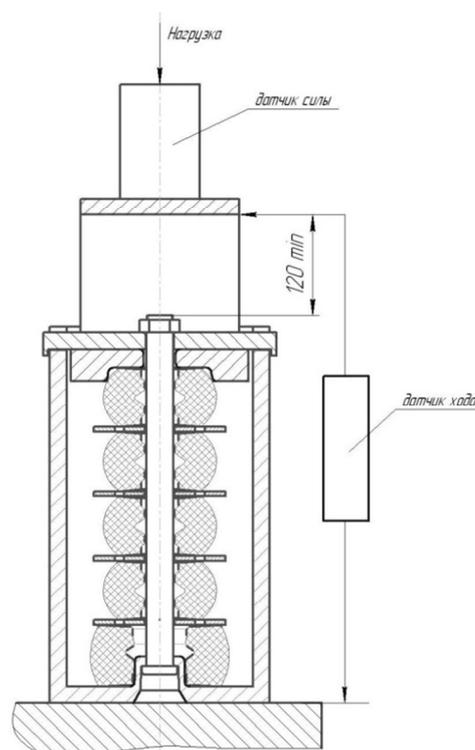


Рис. Б.1. Схема испытания

Рис. 3. Схема испытания.

1 неделя. Элементы были предварительно прожаты, чтобы исключить влияние пластической деформации.

По результатам эксперимента построена точечная диаграмма зависимости деформации при силе 400 кН от времени между нагружениями (рис. 4). Время релаксации системы $\tau=2,43$ минуты. Установлено, что при максимальной деформации комплекта ($\varepsilon_0 = 0,301$) накопление остаточной деформации останавливается, если время ожидания превышает 20–30 минут.

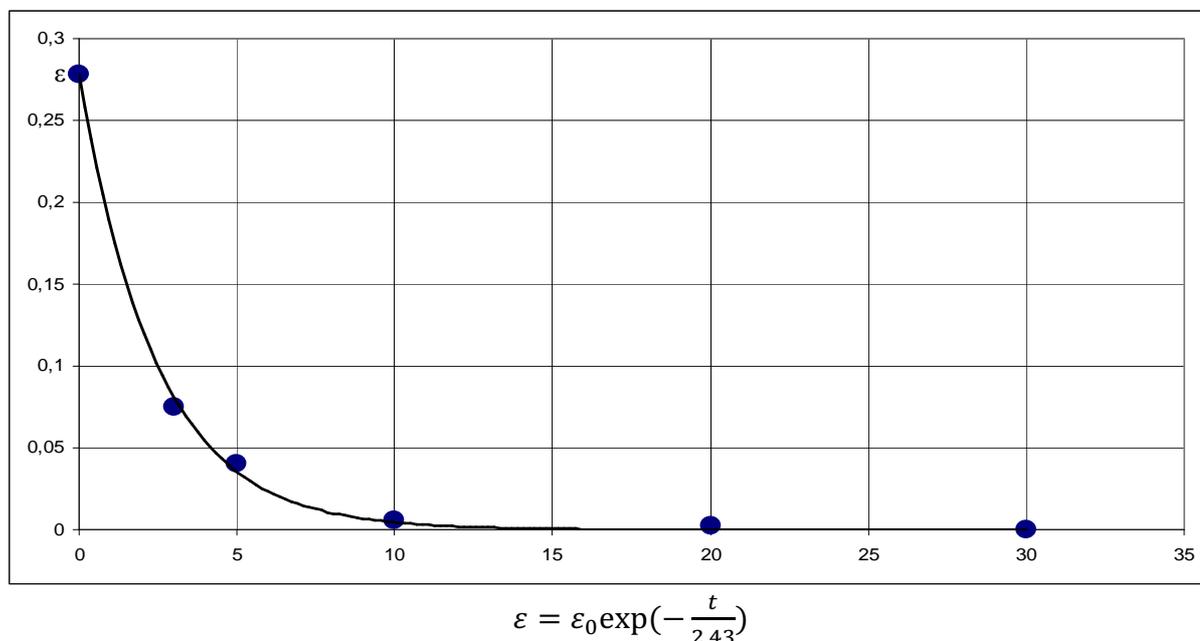


Рис. 4. Зависимость деформации блока полимерных элементов от времени между нагружениями.

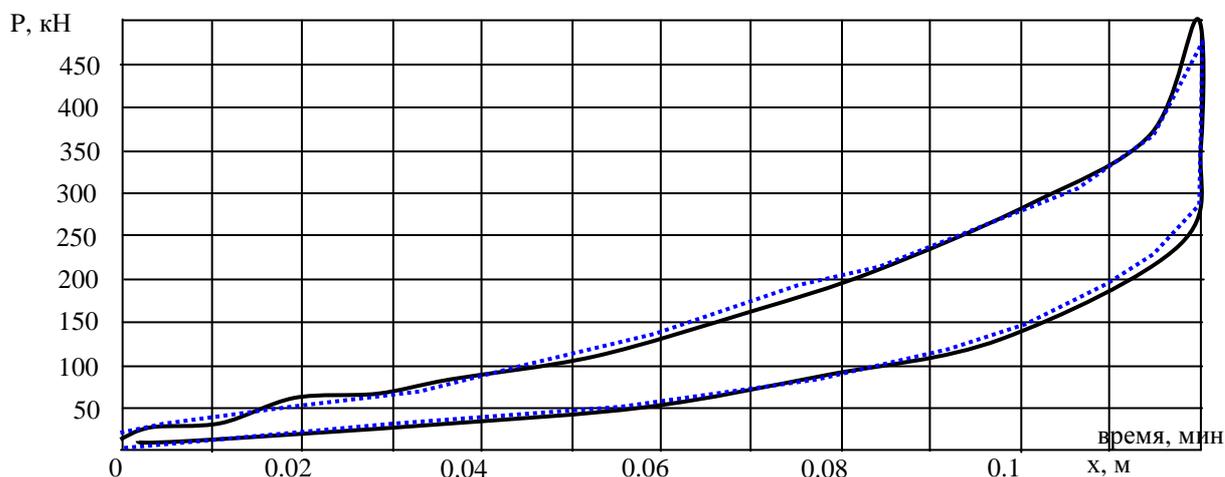


Рис. 5. Силовые характеристики подпорного блока:
— первое нагружение, ••• повторное нагружение через 30 минут.

Для подтверждения результатов статических испытаний были проведены динамические ударные испытания, имитирующие маневровые операции. На рис. 5 приведены силовые характеристики подпорного полимерного блока поглощающего аппарата ПМКП-110 [3] при двух одинаковых скоростях нагружения с перерывом между соударениями 30 минут.

По полученным данным можно сделать следующие выводы.

1. Так как время прекращения накопления остаточной деформации не превышает 30 минут при максимальной деформации, то фактор релаксации от маневровых соударений можно не учитывать (время между прохождениями горок составляет примерно 24 часа).

2. При повторных ударах в полимерных аппаратах автосцепки необходимо учитывать фактор релаксации полимера, как снижение начальной затяжки аппарата. Начальная затяжка аппарата:

$$x_0 = H_k \varepsilon_0 \exp\left(-\frac{t}{2,43}\right),$$

где x_0 – начальная затяжка аппарата (мм), H_k – высота комплекта полимерных элементов (мм), t – время между нагружениями, мин.

Список литературы

1. Бартенев Г.М. Физика полимеров / Г.М. Бартенев, С.Я. Френкель. – Л. : Химия, 1990. – 432 с.
2. Болдырев А.П. Научные основы совершенствования поглощающих аппаратов автосцепки : дисс. ... д-ра. техн. наук. – Брянск, 2006. – 360 с.
3. Кеглин Б.Г. Повышение эффективности комбинированных фрикционных поглощающих аппаратов на базе ПМК-110А / Б.Г. Кеглин [и др.] // Проблемы механики железнодорожного транспорта: динамика, прочность и безопасность движения подвижного состава : тез. докл. XI междунар. конф. – Днепропетровск : ДИИТ, 2004.
4. Тейтельбаум Б.Я. Термомеханический анализ полимеров. – М. : Наука, 1979. – 236 с.
5. Strobl G. R. The Physics of Polymers – 3-rd ed. – Springer, 2007. – 518 p.

Рецензенты:

Болдырев А.П., д.т.н., профессор, зав. кафедры «Динамика и прочность машин», ГУП ВПО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск.

Кеглин Б.Г., д.т.н., профессор, научный руководитель ООО «НПП Дипром», г. Брянск.

Работа получена 11.11.2011