

УДК 620.254.3

П.А. Билым, О.Ю. Никитченко

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, Харьков

ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТИЧНЫХ ПОЛИЭПОКСИДОВ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ДЕЙСТВИИ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

В работе изложены вибропоглощающие характеристики эластичного полиэпоксида при одновременном действии статических и динамических нагрузок. Показано, что применение эластомеров на основе полиэпоксидов в качестве индивидуальных амортизаторов может быть оправдано в случае допустимых начальных статических нагрузок

Ключевые слова: вибропоглощающие свойства, амортизатор на основе полиэпоксида, динамические механические испытания, тангенс угла механических потер

1. Постановка проблемы

Эксплуатация разнообразных технических устройств, как правило, сопровождается вибрацией, уровень и интенсивность которой особенно в случаях, превышающих допустимые уровни, ухудшает условия труда и снижает ресурс оборудования [1]. Поэтому проблема создания эффективных вибропоглощающих материалов (ВПМ), прежде всего полимерных, остается актуальной задачей как в научном, так и в прикладном аспектах.

2. Формулировка цели статьи

В настоящее время накоплен значительный опыт в области создания и применения полимерных композиционных ВПМ. Однако, большинство из них представляет собой мастики или слоистые материалы, которые могут характеризоваться широким температурным диапазоном демпфирования и высокими диссипативными характеристиками, но не обладают удовлетворительными прочностными свойствами. В то же время известные прессы или формованные ВПМ, которые могут быть использованы в качестве самостоятельных конструкционных материалов, в ряде случаев не отличаются достаточно высокими демпфирующими характеристиками в требуемом диапазоне частот [2]. В данном случае имеют в виду нормируемый диапазон стандартных частот, который рассматривают при установлении предельно допустимые значения производственных вибраций. Помимо этого предложенные разработчиками материалы для поглощения вибрации в большинстве случаев не имеют конкретного описания демпфирующих свойств под действием первоначально приложенной нагрузки, что с точки зрения практического применения является крайне необходимым.

Статья направлена на практическую часть проблемы, для решения которой сформулирована **цель исследования**, которая состоит в разработке индивидуальных

амортизаторов на основе эластичных полиэпоксидов при допустимом уровне одновременно действующих статических и динамических нагрузок.

3. Анализ последних исследований и публикаций

Анализируя теоретические работы по проблемам вибропоглощения эластичных полимерных материалов, работающих на сжатие [3 – 10], приходим к выводу, что в публикациях одновременное воздействие статических и динамических нагрузок на амортизатор описывается весьма упрощенно, не отражая сущность релаксационных процессов в исследуемом материале. Поэтому в практических решениях заложены результаты, которые не позволяют провести оптимизацию на должном уровне результирующих вибропоглощающих свойств материала с достоверным указанием интервалов допустимых статических и динамических нагрузок.

4. Изложение основного материала

В качестве объекта исследования рассматривается материал на основе эпоксидианового олигомера марки ЭД-20, отвержденного полиангидридом себациновой кислоты. Образцы для динамических механических испытаний получали путем заливки реакционной массы в предварительно прогретые металлические прессформы и отверждали при 120 °С в течение 10 часов.

Динамические механические испытания проводили на обратном крутильном маятнике в режиме вынужденных колебаний консольно закрепленного образца при заданных частотах - 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,6; 80,0 Гц. Частоты возбуждения соответствуют среднегеометрическим значениям частот нормируемого диапазона испытаний, который устанавливается для общей

вибрации согласно [2].

Предварительно, перед проведением динамических механических испытаний, с целью определения допустимого интервала работоспособности материала была снята диаграмма «нагрузка-деформация» опытного образца.

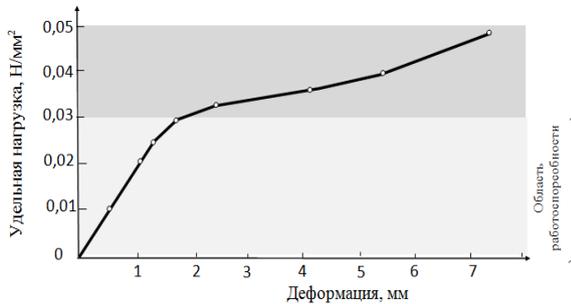


Рис.1. Экспериментальная зависимость «нагрузка-деформация» опытного образца

Анализируя диаграмму сжатия материала (рис.1), можно заметить ряд характерных особенностей. В начальный момент деформации имеет место характерная линейная зависимость, что с учетом определенного допущения может быть выражена законом Гука. При достижении относительной деформации 20% (длина опытного образца 10мм) материал перестает подчиняться линейной зависимости и пройдя переходную область приобретает ползучесть, теряя форму и функциональность, как демфера. Следовательно, с учетом вышесказанного, практический интерес представляет область осадки материала до ~20%, что является допустимым при индивидуальном его применении в качестве опорных демпфирующих элементов безфундаментного размещения технологического оборудования малого и среднего размера.

Несмотря на то, что данный тип материала относится к редко сшитым сетчатым полимерам и, соответственно, к «несжимаемым», его структура на надмолекулярном уровне под действием нагрузки может претерпевать определенные изменения. В первую очередь это связано с изменением сетки зацеплений и образованием дополнительных физических узлов, что в ряде случаев приводит к проявлению необычных макрофизических характеристик – дополнительному упрочнению, жесткости и, соответственно, существенному изменению демпфирующих характеристик. Поэтому целесообразным является проведение динамических испытаний предварительно нагруженных образцов материала.

Согласно предварительно полученной зависимости (рис.1) удельная нагрузка на образец составляла 0,1, 0,2 и 0,3 Н/мм², что соответствовало его области работоспособности при статическом действии нагрузки. После фиксации образец подвергался действию вынужденных колебаний

заданной частоты для определения модуля упругости материала и степени рассеяния энергии в нем под действием вибрации. Последняя выражалась через соотношение мнимой части модуля упругости к действительной, что соответствует величине тангенса угла механических потерь – $tg\delta$.

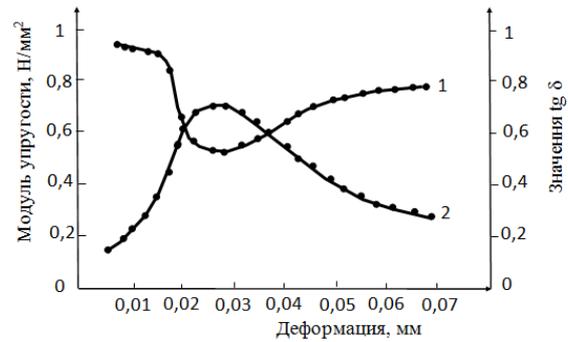


Рис.2. Зависимость динамического модуля упругости и тангенса угла механических потерь от результирующей деформации образца при частоте испытаний 31,5 Гц

Как видно из данных, представленный на рис.2, экспериментальные кривые имеют вид, подчиняющийся классической зависимости – падение модуля упругости соответствует росту механических потерь в материале, а максимуму потерь соответствует минимальное значение модуля. Сопоставление показателей на рис. 1 и 2 указывает на тот факт, что оптимальной вибропоглощающей способности следует ожидать в области перехода от линейноупругой к области интенсивной ползучести материала.

Располагая экспериментальными данными динамических механических испытаний можно построить общие частотные зависимости вибропоглощающей способности эластичного полиэпоксида при допустимых удельных начальных статических нагрузках на материал (рис. 3).

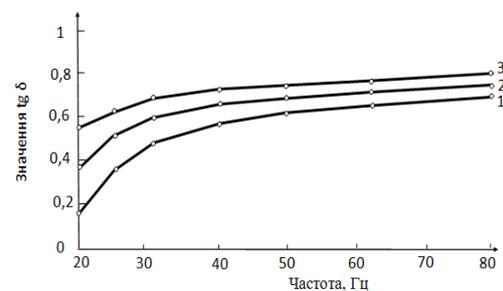


Рис.3. Частотные зависимости тангенса угла механических потерь при действии начальных статической нагрузки (Н/мм²): 1-0,1; 2-0,2; 3-0,3

Судя по полученным зависимостям при малых частотах воздействия потери существенно зависят от частоты. С увеличением частоты возрастание величины $tg\delta$ происходит менее интенсивно. Однако более чувствительным к повышению частоты и соответственно к вибропоглощающей способности является менее нагруженный материал. Такое поведение можно охарактеризовать более мягкой силовой характеристикой эластомера при сжатии, когда в материале реализуется повышенная подвижность свободных кинетических элементов молекулярных цепей.

5. Выводы

Применение эластомеров на основе полиэпоксидов в качестве индивидуальных амортизаторов может быть оправдано в случае допустимых начальных статических нагрузок. При этом необходимо учитывать возможность материала к быстрому нагреву при повышенных частотных нагрузках. Из этого следует, что применяя эластомерные материалы, работающих на динамическую нагрузку, необходимо исходить не только из условия недопустимости чрезмерных деформаций, вызывающих разрушение, смятие или потерю механических свойств, но также и из условия недопустимости такого нагрева эластомера, который вызывал бы интенсивное тепловое старение. Нагрев эластомера определяется прежде всего величиной амплитуды, частотой деформации, а также реализуемыми в материале механическими потерями. Поэтому на совокупность этих параметров, определяющих режим эксплуатации материала, должны быть наложены ограничения, независимо от величины напряжений, вызываемых в амортизаторе действующими статическими и динамическими нагрузками.

Литература

1. Потураев В.Н. Резиновые детали машин / В.Н. Потураев. - М.: Машиностроение, 1966. - 304с.

2. Григорьев Е.Т. Расчет и конструирование резиновых амортизаторов / Е.Т. Григорьев. - М.: Машгиз, 1960. - 164 с.
3. Datta, J. Synthesis and Investigation of Glycolysates and Obtained Polyurethane Elastomers / J. Datta // Journal of Elastomers and Plastic - 2010. - Vol. 42. - P. 117-127.
4. Maity, M. Polyblend Systems of Polyurethane Rubber and Silicone Rubber in the Presence of Silane Grafting Agent / M. Maity // Journal of Elastomers and Plastics - 2001. - Vol. 33. - P. 211-224.
5. Rek. V. Thermal Degradation of Polyurethane Elastomers: Determination of Kinetic Parameters / V. Rek // Journal of Elastomers and Plastics - 2003. - Vol. 35. - P. 311-323.
6. Zhang, H. Synthesis and Characterization of Polyurethane Elastomers / H. Zhang // Journal of Elastomers and Plastics - 2008 - Vol. 40. - P. 161-177.
7. Rek V. Kinetic Parameters Estimation for Thermal Degradation of Polyurethane Elastomers / V. Rek // Journal of Elastomers and Plastics - 2006 - Vol. 38. - P. 105-118
8. Bartenev G.M. О впливi кoeffiциента форми на деформатию i морозостойкост' резини / G.M. Bartenev// Каучук i резина - 1962. Vol. 12. P. 16-18.
9. Rotz C. Cured damped layers in composite structure / C. Rotz // SAMPE Quart. - 1992. - V. 23. - P. 43-47.
10. Померанцев В.И. Соплимеры и их роль в создании новых вибропоглощающих материалов / В.И. Померанцев // Пласт, массы. - 1996. - № 1. - С. 9-11

Рецензент: д-р техн. наук, профессор В.П. ШПАЧУК
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, г. Харьков

Автор: БИЛЫМ Павел Анатольевич
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, г. Харьков, кандидат химических наук, доцент.
E-mail – pashha56@ukr.net

Автор: НИКИТЧЕНКО Ольга Юрьевна
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, г. Харьков, кандидат технических наук, доцент.
E-mail – nikitchenko@mail.ru

VIBRATION-ABSORBING PROPERTIES OF ELASTIC POLIЕPOKSIDOV WHICH ARE REALIZED AT SIMULTANEOUS ACTION OF STATIC AND DYNAMIC LOADING

P.À. Bilym, O.Y. Nikitchenko

Vibration-absorbings descriptions of elastic poliapoksid are in-process expounded at the simultaneous action of the static and dynamic loadings. It is rotined that application of elastic on the basis of poliapoksid as individual shock absorbers can be justified in the case of the possible initial static loadings.

Keywords: vibration-absorbings properties, shock absorber on the basis of poliapoksid, dynamic mechanical tests, tangent of corner of mechanical losses.

ВІБРОПОГЛИНАЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ЕЛАСТИЧНИХ ПОЛІЕПОКСИДОВ ЯКІ РЕАЛІЗОВУЮТЬСЯ ПРИ ОДНОЧАСНІЙ ДІЇ СТАТИЧНОГО І ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

П.А. Білим, О.Ю. Нікітченко

У роботі викладені вібропоглинаючі характеристики еластичного поліепоксиду при одночасній дії статичних і динамічних навантажень. Показано, що застосування еластомерів на основі поліепоксидов як індивідуальні амортизатори може бути виправдане у разі допустимих початкових статичних навантажень.

Ключові слова: вібропоглинаючі властивості, амортизатор на основі поліепоксиду, динамічні механічні випробування, тангенс кута механічних втрат.