

В. Н. ГНЕЗДИЛОВ, А. И. ЕРМАКОВ, Б. М. МАРТЫНОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ЭНЕРГИИ В СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Большое распространение для гашения колебаний конструкций, работающих в условиях вибрационного воздействия, получили вибропоглощающие покрытия.

Значительное уменьшение амплитуд колебаний элементов конструкций наблюдается при применении двухслойного вибропоглощающего покрытия. Такое покрытие представляет собой вязкоупругий слой, нанесенный на поверхность конструкции, поверх которого находится эластичный (сдерживающий) слой.

В настоящее время демпфирование с помощью таких покрытий изгибных колебаний пластин и балок наиболее изучено.

Однако представляет большой интерес исследование влияния демпфирующих свойств вязкоупругого материала и конструктивных параметров слоев вибропоглощающего покрытия на демпфирование колебаний стержней профильных сечений.

В данной работе приводятся результаты экспериментального исследования влияния вибропоглощающих свойств полимерного слоя и конструктивного исполнения сдерживающего слоя на декремент колебаний стержней кольцевого сечения.

Исследования проводились на специальной установке (рис. 1), основным элементом которой является вибрационная система, состоящая из образца кольцевого сечения 1, закрепленного с помощью клиновых зажимов в двух массивных башмаках 2. Конструкция сменных зажимов обеспечивает возможность исследования образца с различным профилем (прямоугольник, круг, швеллер, тавр и т. д.). Габариты испытуемых образцов могут изменяться в пределах: $d = 0-60$ мм, $L = 200-1000$ мм.

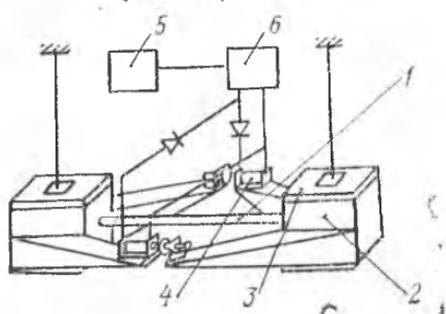


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Для сведения к минимуму внешних энергетических потерь вибрационная система подвешена на длинных стержнях.

Точный подвес вибрационной системы в ее узлах колебаний обеспечивают специальные подвижные каретки 3, находящиеся в верхней части башмаков.

Возбуждение колебаний вибрационной системы осуществляется с помощью двух электромагнитов 4, закрепленных на кронштейнах и жестко связанных с башмаками. Работа электромагнитов обеспечивает возникновение циклического крутящего момента вокруг узлов колебаний и тем самым изгиб образца. Электромагниты расположены в плоскости колебаний нейтральной оси образца, что позволяет получить при опытах картину чистого изгиба исследуемого профиля.

Питание электромагнитов осуществляется генератором ИЧГ ПК-2(5). Полупроводниковая схема обеспечивает попеременную подачу сигнала на каждый электромагнит. Для точного замера частоты колебаний используется электронно-счетный частотомер ЧЗ-24 (6).

Для определения характеристик диссипации энергии в стержнях с вибропоглощающим покрытием при циклическом его деформировании используется метод затухания колебаний, который реализуется при срыве возбуждения после достижения заданной амплитуды колебаний.

Регистрация колебательного процесса, осуществляемого оптическим методом, и последующая обработка виброграмм производилась по методике, изложенной в работе [1].

Экспериментальному исследованию подвергались стальные трубы длиной 600 мм с наружным диаметром 12 мм и толщиной стенки 2 мм. В качестве вязкоупругого слоя использовались два полимерных состава:

А — композиция на основе поливинилацетата.

В — резина Р410 (разработка ЛФНИИРП).

Сдерживающий слой был выполнен из стальной трубы с внутренним диаметром 16 или 14 мм, с толщиной стенки 1 мм, цельным или разрезным.

На рис. 2 приведены результаты экспериментов в виде графических зависимостей декремента колебаний от амплитуды относительной деформации для трубы с вязкоупругим слоем А (кривая 2) и трубы с вязкоупругим слоем В (кривая 4). Для сравнения приведена зависимость δ (ϵ) для трубы без покрытия (кривая 5).

Из сравнения полученных значений δ (ϵ) видно, что величина декремента колебаний для трубы с вязкоупругим слоем из композиции на основе поливинилацетата в среднем на 30% боль-

не, чем для покрытия из Р410. Это обусловлено гораздо большей демпфирующей способностью самого полимера.

Резкое увеличение декремента колебаний (в 3—4 раза) наблюдалось у тех же образцов (кривые 1 и 3 соответственно), но при сдерживающем слое, выполненным не цельным, как в первом случае, а разрезным. Причем для большего эффекта разрезы должны быть перпендикулярны плоскости колебаний.

Объяснить это явление можно тем, что при колебаниях стержней в случае разрезного сдерживающего слоя значительно в о з р а с т а ю г сдвиговые деформации в вязкоупругом слое.

Эксперименты также показали, что с увеличением толщины полимерного слоя происходит некоторое снижение декремента в области малых деформаций и увеличение его в области больших деформаций.

Такое поведение исследуемых покрытий объясняется, по-видимому, тем, что при небольших амплитудах колебаний трубы деформации сдвига в более тонком полимерном слое быстрее достигают максимальной величины, т. е. в работе поглощения принимает участие относительно большее количество полимерного материала.

Это обстоятельство может быть использовано для рационального выбора требуемой толщины вязкоупругого слоя вибропоглощающего покрытия в соответствующем диапазоне деформаций конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хильчевский В. В. Об одной методике экспериментального исследования рассеяния энергии в материале. Труды научно-технического совещания по изучению рассеяния энергии при колебаниях упругих тел. Киев, АН УССР, 1958.

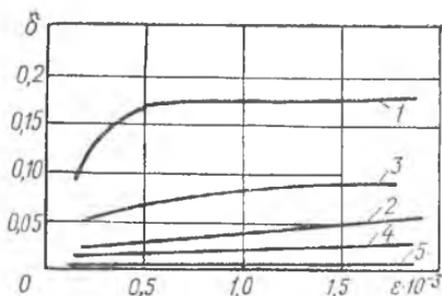


Рис. 2. Экспериментальная зависимость $\delta(\epsilon)$ при различном конструктивном исполнении сдерживающего слоя