

УДК 531.2

М. А. Мельчаков, В. А. Одегов, Л. И. Еноктаева

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЛИЯНИЯ ВИДА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И ФОРМЫ ОБРАЗЦА НА ДЕМПФИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА

При исследовании демпфирующих свойств материалов в большинстве случаев используются усредненные значения параметров демпфирования, которые зависят от конструкции установки, размеров и формы образца, а также, вида напряженно-деформированного состояния. Данные исходные параметры оказывают существенное значение на величины параметров демпфирующих свойств. При этом, любые практические методы исследования влияния разновидностей конструкций и видов напряженно-деформированных состояний, исследуемых образцов на параметры демпфирования, являются затратными.

Одним из способов исследования влияния факторов, описанных выше является метод конечных элементов с использованием компьютерных программ, который дает возможность оценить параметры конструкционного демпфирования на конечные параметры демпфирующих свойств.

В данном исследовании проведен сравнительный анализ параметров напряженно-деформированного состояния образцов конечные параметры демпфирующих свойств – логарифмический декремент.

Ключевые слова: демпфирование, метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние.

Из исследований демпфирующих свойств металлов известно, что рассеяние энергии в материалах весьма сложный процесс. Существует ряд источников рассеяния энергии в материале [1, 2]:

1. Рассеяние энергии, обусловленные пластическими деформациями микрообъемов материала;

2. Термоупругое рассеяние энергии;
3. Рассеяние энергии, вызванное диффузией;
4. Рассеяние энергии, обусловленное скольжением на границах зерен;
5. Рассеяние энергии в материале, обусловленное распространением упругих волн колебаний кристаллической решетки
6. Упруго-вязкое рассеяние энергии
7. Внутреннее рассеяние энергии, связанное с ферромагнитным состоянием материала.

При этом, согласно множества исследований выявлено, что на гашение вибраций в материале может оказывать влияние ряд факторов, воздействие каждого из которых при различных условиях может оказаться неодинаковым.

В настоящее время нет еще исчерпывающих сведений о степени влияния тех или иных факторов на рассеяние энергии в материале в различных условиях, однако накопленные экспериментальные данные позволяют высказать определенные суждения о влиянии отдельных факторов и установить некоторые закономерности этого влияния [3].

Практические исследования материалов могут давать значения демпфирующих свойств, но, как было сказано выше, данные параметры существенно зависят от способов и методов исследований, что в свою очередь приводит к существенным затруднениям исследований.

Для исследования влияния некоторых факторов, таких как размеры поперечных сечений, вид напряженно-деформированного состояния, физические параметры установки можно попробовать оценить путем математических расчетов используя метод конечных элементов.

Проведенные исследования методом конечных элементов показали возможность оценки изменения демпфирующих свойств при одинаковой предварительной обработке материала в зависимости от диаметра трубы [3].

Научный и практический интерес представляет возможность оценки при помощи метода конечных элементов вида напряженно-деформированного состояния при одинаковых исходных параметрах материала.

За основу взяты параметры демпфирования Писаренко Г.С. и других для стали 45, механические свойства которой: $\sigma_B = 600-700$ МПа; $\sigma_T = 320-380$ МПа; σ_{-1} (изг) = 250– 380 МПа; σ_{-1} (раст) = 215 МПа; $\tau_{-1} = 160$ МПа; $E=2,03 \cdot 10^5$ МПа; $G=0,8 \cdot 10^5$ МПа. Состояние материала: нормализация.

При этом опытные данные были следующие – см. табл.

Трубчатый образец имеет форму и размеры представленный на рис. 1. Форма и размеры призматического образца представлена на рис. 2.

Вид схематической установки для определения демпфирующих свойств на кручение представлена на рис. 3 (а), на изгиб – 3 (б).

Логарифмический декремент (в %) в зависимости от формы образца и вида деформаций

Образец трубчатый, деформация кручение	Действующие напряжения τ , МПа							
		10	20	30	40	50	60	70
	0,15	0,21	0,3	0,4	0,51	0,63	0,77	0,95
Образец призматический, деформация чистый изгиб	Действующие напряжения σ , МПа							
	10	20	30	40	50	60	70	80
	–	0,3	–	0,39	–	0,47-0,63	–	0,55-0,8

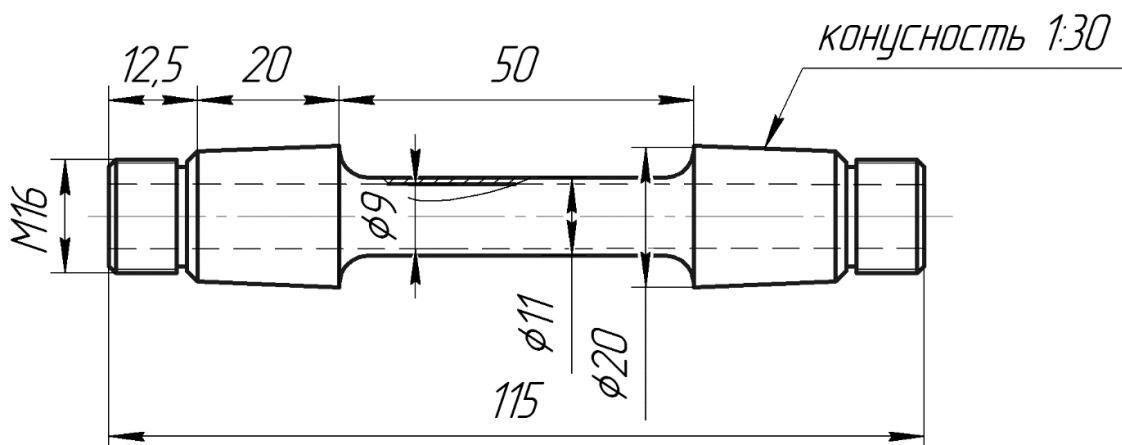


Рис. 1. Трубчатый образец для испытания

Технические науки

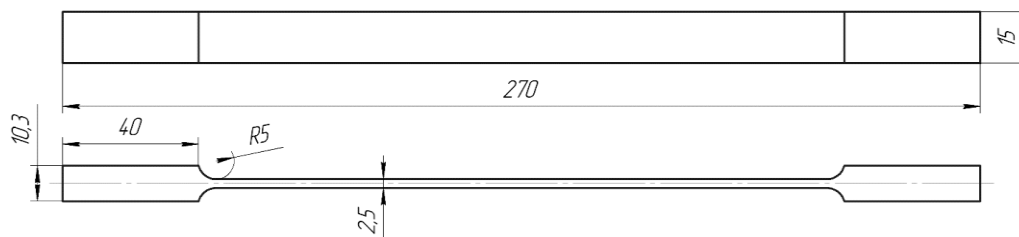
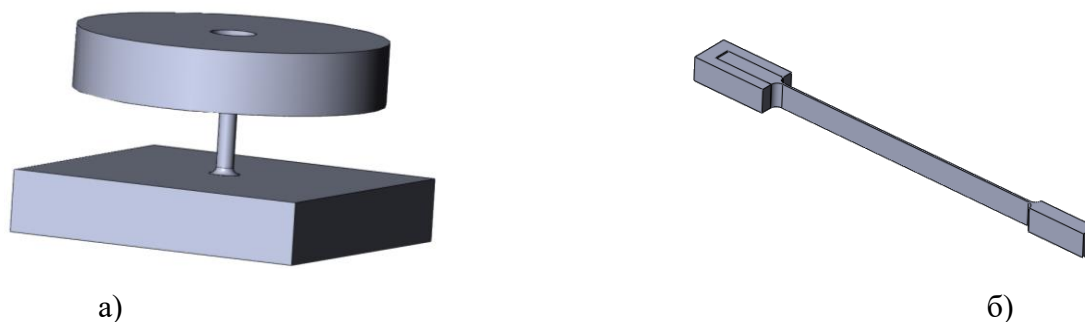


Рис. 2. Призматический образец для испытания



а)

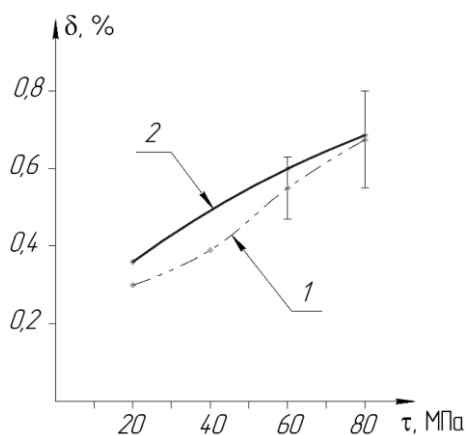
б)

а – схематический вид установки для определения демпфирующих свойств на кручение;

б – то же самое на изгиб

Рис. 3. Схемы установок испытания демпфирования

При исследовании коэффициент структурного или жесткого демпфирования β задавался в соответствии с демпфирование трубчатого образца, подвергнутого чистому кручению (см. табл). По данным параметрам демпфирования был произведен расчет методом конечных элементов призматического образца, подвергнутого чистому изгибу (рис. 4).



1 – практические параметры при демпфировании; 2 – параметры демпфирования, определенные методом конечных элементов

Рис. 4. Параметры демпфирования при чистом изгибе

Из рис. 4 видно, что параметры демпфирования, определенные методом конечных элементов, совпадают с параметрами демпфирования, определенными практическим путем, согласно литературным данным. Отсюда можно сделать вывод, что при анализе параметров формы, размеров образца, а также вида напряженно-деформированного состояния можно использовать метод конечных элементов с учетом допустимой ошибки.

Список литературы

1. Писаренко Г. С. Рассеяние энергии при механических колебаниях. Киев: Изд-во АН УССР, 1962.
2. Sauer J. A. Virginia J. Sci. 1954. July.
3. Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В. Вибропоглощающие свойства конструкционных материалов: справочник. Киев: Наук. думка, 1971. 375 с.

МЕЛЬЧАКОВ Михаил Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и основ конструирования, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: melchakov-m@yandex.ru

ОДЕГОВ Владислав Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и основ конструирования, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: vladodegov@mail.ru

ЕНОКТАЕВА Любовь Ивановна – старший преподаватель материаловедения и основ конструирования, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: enoktaeva@vyatsu.ru