

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАТЕРИАЛА МР

© 2006 А.С. Котов, Ю.К. Пономарев, Ф.В. Паровой

Самарский государственный аэрокосмический университет

Приведены результаты исследования ранее неизвестных связей между напряжениями прессования втулочных образцов из материала МР, относительной плотностью готового изделия для различных соотношений диаметров спирали к диаметру проволоки. Найдены предельно допустимые величины относительных деформаций упругодемпфирующих элементов для заданных начальных относительных плотностей. Предложены новые критериальные координаты представления полей упругогистерезисных петель, дающие максимально возможную степень концентрации информации о нагрузочных характеристиках рассматриваемых элементов.

Как известно [1], упругие элементы из материала МР изготавливают путем холодного прессования определенным образом уложенной, растянутой и дозированной по весу металлической проволоочной спирали. Контроль за ходом прессования осуществляют либо по величине хода пуансона [2], либо по усилию прессования. Как правило, при создании нового упругого элемента вследствие отпружинения после прессования и выемки изделия из прессформы уточняется его высота в свободном состоянии, подсчитывается плотность, и если эти параметры по каким-либо соображениям не удовлетворяют замыслам создателей виброизолятора, корректируется либо ход пуансона, либо сила прессования. Все это усложняет процесс создания упругих элементов, т.к. требует проведения нескольких итераций по отработке заданных параметров виброизоляторов.

В настоящей работе выполнено исследование по выяснению связи между напряжениями прессования втулочных образцов, относительной плотностью готового изделия $\bar{\rho}$ и относительным диаметром спирали

$$\bar{D} = \frac{D}{d}, \quad (1)$$

где D – наружный диаметр спирали, а d – диаметр проволоки.

В эксперименте фиксировалось максимальное напряжение прессования, получаемое как отношение максимального усилия прессования P к площади поперечного сечения втулки (рис. 1):

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{4P}{\pi(D_i^2 - D_{\text{вн}}^2)}. \quad (2)$$

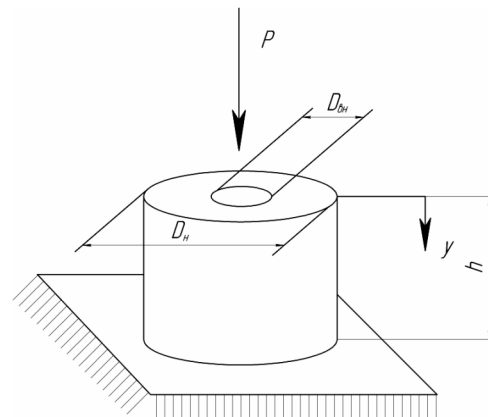


Рис. 1. Испытываемый образец

Если обозначить массу навески спирали через m , то плотность получаемого изделия высотой h будет

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi(D_i^2 - D_{\text{вн}}^2)h}, \quad (3)$$

а относительная плотность втулки из материала МР, выполненной из спирали с плотностью материала проволоки $\rho_{\text{мат}}$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho}{\rho_{\text{мат}}}. \quad (4)$$

Для эксперимента использовалась проволока из сплава ЭИ-708А-ВИ диаметром $d = 0,12$ мм и плотностью $\rho_{\text{мат}} = 7,8 \text{ г/см}^3$. Диаметры спирали варьировались и составляли для разных втулок величины, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Параметры спирали и втулок

№ втулки	1	2	3	4	5
D, мм	1,050	1,250	1,380	1,7000	1,05
\bar{D}	8,750	10,41	11,50	14,166	8,75
m , г	3,583	3,981	4,578	5,1750	5,972

Кроме варьирования диаметров спирали каждая из втулок с номерами 1...4 прессовалась последовательно с разными напряжениями (2) прессования: сначала с некоторым начальным значением, а затем с увеличением напряжения прессования на каждом новом шаге. При этом фиксировались значения высот втулок в свободном состоянии и соответствующих напряжений прессования. Выдержка максимальных напряжений на каждом этапе прессования составляла 10 с.

Значения полученных высот h_i , напряжений прессования сведены в таблицу 2. Измерение высот втулок осуществлялось сразу после их выемки из прессформы. При этом делалось три замера штангенциркулем с ценой деления 0,05 мм, после чего находилось среднее значение измеряемой величины.

По данным, приведенным в таблице 2, был построен график изменения относи-

тельной плотности от напряжения прессования, показанный на рис. 2.

Таблица 2. Варианты прессования втулок

№ втулки		1	2	3	4	5
1	h , мм	14,0	12,45	11,6	10,9	13,7
	$\bar{\rho}$	0,141	0,177	0,218	0,262	0,241
	σ , Н / мм	10,59	16,23	22,9	32,33	27,5
2	h , мм	11,8	10,7	10,95	11,65	12
	$\bar{\rho}$	0,168	0,206	0,231	0,242	0,275
	σ , Н / мм	14,65	22,7	24,2	28,2	36,3
3	h , мм	10,55	13	13,3	12,35	11,7
	$\bar{\rho}$	0,188	0,169	0,19	0,232	0,282
	σ , Н / мм	17,47	14,1	17,8	25,04	40,17
4	h , мм	10,9	11,6	11,8	15,1	11,3
	$\bar{\rho}$	0,202	0,19	0,214	0,189	0,292
	σ , Н / мм	19,39	19,74	21,3	17,266	41,55
5	h , мм	11,0	10,9	11,4	13,2	11,0
	$\bar{\rho}$	0,18	0,202	0,218	0,217	0,3
	σ , Н / мм	17,47	20,98	22,3	21,46	45,4

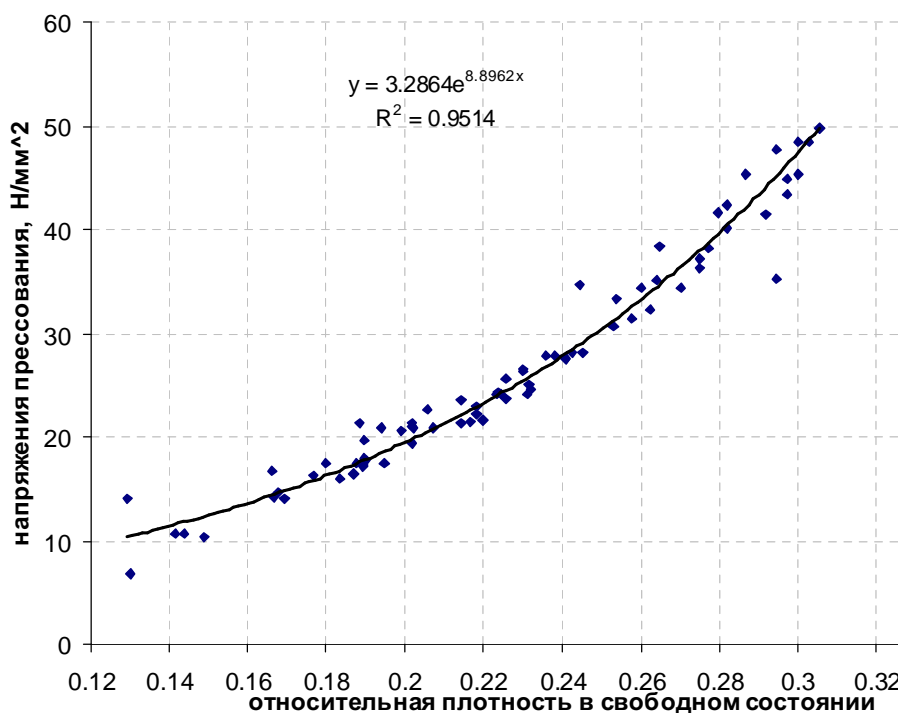


Рис. 2. Связь между напряжениями прессования и получаемой относительной плотностью готового изделия в виде втулки (для всех диаметров спирали)

Получены зависимости напряжения прессования в Н/мм² от относительной плотности и обратная зависимость – относительной плотности от напряжения прессования. В зависимости от задач, можно пользоваться либо одной, либо другой зависимостью:

$$\sigma = 3,2874 \cdot \exp(8,8962 \cdot \bar{\rho}), \quad (5)$$

$$\bar{\rho} = 0,19 + 0,0325\sigma - 1,18 \cdot 10^{-5} \cdot \sigma^2 - \frac{0,94}{\sigma}. \quad (6)$$

График зависимости (6) представлен на рис. 3.

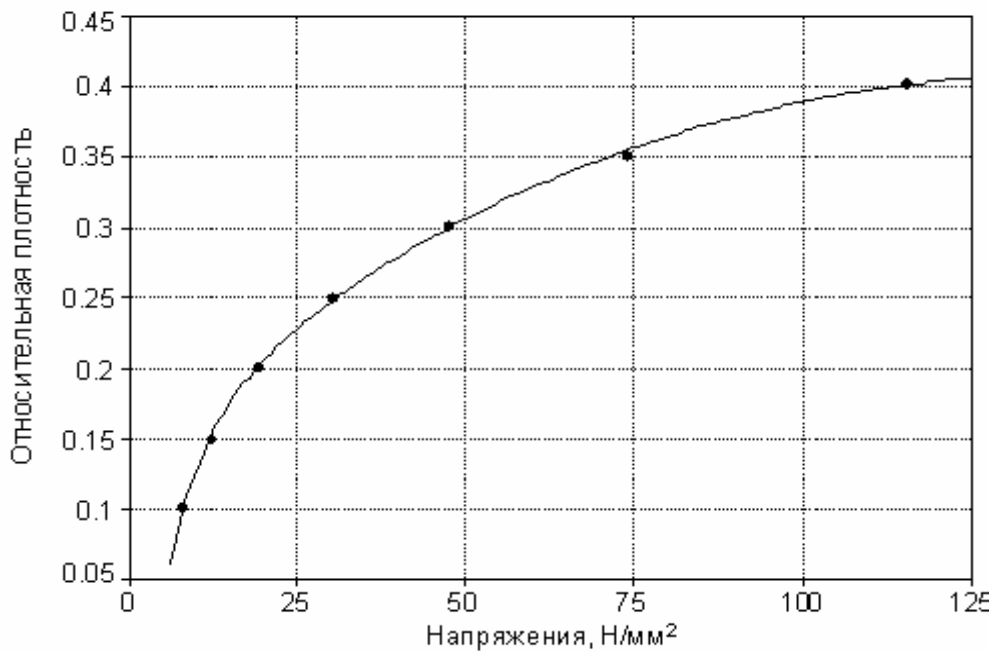


Рис. 3. Зависимость относительной плотности получаемой втулки от давления прессования

Несмотря на определенный разброс экспериментальных данных, с помощью формул (5) и (6) можно с достаточной точностью по заданному напряжению прессования прогнозировать либо получаемую относительную плотность изделия, либо расчетным путем подбирать требуемое давление прессования для обеспечения заданной относительной плотности.

С использованием выражений (2) – (4) можно найти связь между текущей относительной плотностью отпрессованной втулки из материала МР $\bar{\rho}$, начальной относительной плотностью, сформированной после прессования $\bar{\rho}_0$ и текущей относительной деформацией $\varepsilon = y/h$ в виде

$$\bar{\rho} = \bar{\rho}_0 + \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}. \quad (7)$$

Поскольку предельной величиной относительной плотности материала МР является единица (когда полностью выбираются все поры и весь объем занимает материал проволоки), можно найти предельную величину деформирования $\varepsilon_{пред}$ для втулки или изделия цилиндрической формы в виде

$$\varepsilon_{пред} = \frac{1 - \bar{\rho}_0}{2 - \bar{\rho}_0}. \quad (8)$$

График этой зависимости показан на рис. 4. Величины предельных деформаций, естественно, являются теоретическими, но

их особенность состоит в том, что они могут быть использованы в качестве базовых величин при вводе критериев подобия для описания нагрузочных характеристик изделий из материала МР. Так, введя для описания полей петель критериальные координаты $(\bar{\sigma} - \xi)$, где

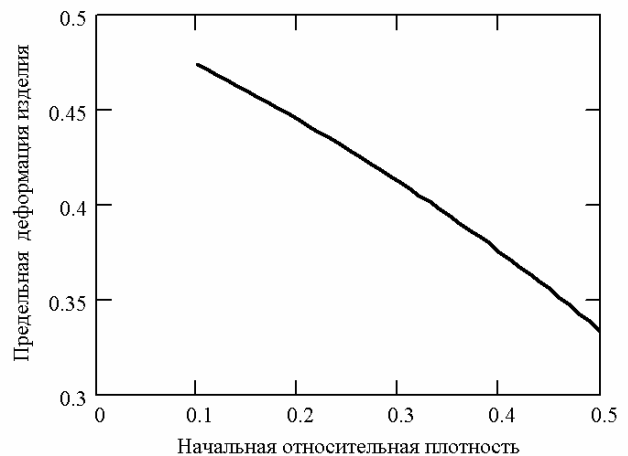


Рис. 4. Зависимость предельных деформаций $\varepsilon_{пред}$ изделия из материала МР от начальной относительной плотности $\bar{\rho}_0$

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_{\dot{\alpha}}}{\sigma}, \quad (9)$$

$$\xi = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{ид\dot{\alpha}\dot{\alpha}}}, \quad (10)$$

а σ_s – текущее напряжение циклического деформирования, σ – напряжение прессования,

получим единственное поле упругогистерезисных петель в безразмерном виде. Его можно описать математически, например, по методологии [2], а затем использовать для составления методик расчета сложных изделий, применяемых в средствах виброударозащиты при любых видах нагружения – одноосного, прецессионного, пространственного с замкнутыми или разомкнутыми траекториями движения вибраторов.

Список литературы

1. Бузицкий В.Н., Сойфер А.М. Цельнометаллические упругодемпфирующие

элементы, их изготовление и применение // Вибрационная прочность и надежность авиационных двигателей: Труды КуАИ.- Куйбышев: КуАИ.- Вып. 29.- 1965.- с. 259-266.

2. Пономарев Ю.К., Котов А.С., Медников М.В. Шатров В.Г. Методика расчета и исследование характеристик цилиндрических опор с применением материала МР (металлорезины) при одноосном нагружении. В сб. трудов международного конгресса «Машиностроительные технологии -МТ-04», Варна, Болгария, изд-во Болгарской академии наук, 2004 г., с. 128-131.

RESEARCH OF THE QUANTITATIVE CHARACTERISTICS TECHNOLOGIES OF MANUFACTURING OF PRODUCTS FROM A MATERIAL MR

© 2006 A.S. Kotov, Ju.K. Ponomarev, F.V. Parovai

Samara State Aerospace University

The results of research before unknown communications between pressure of pressing the cartridges of samples from a material MR, relative density of a ready product for various parities of diameters of a spiral in a diameter of a wire are given. The limiting allowable sizes of relative deformations elastic-damping of elements for the given initial relative density are found. Are offered new kriterials of coordinate of representation of fields elastic-damping of loops giving the greatest possible degree of concentration of the information about loading the characteristics of considered elements.