



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1252569

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:
"Способ изготовления упругого элемента из металлической проволоки"

Автор (авторы): Резчиков Александр Николаевич, Резчикова Елена Викентьевна, Баранов Владимир Федорович и Волосатов Николай Алексеевич

Заявитель:

Заявка №

3870796

Приоритет изобретения

22 марта 1985г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

22 апреля 1986г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1252569 A1

(5D) 4 F 16 F 11/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3870796/25-28

(22) 22.03.85

(46) 23.08.86. Бюл. № 31

(72) А.Н. Резчиков, Е.В. Резчикова,
В.Ф. Баранов и Н.А. Волосатов

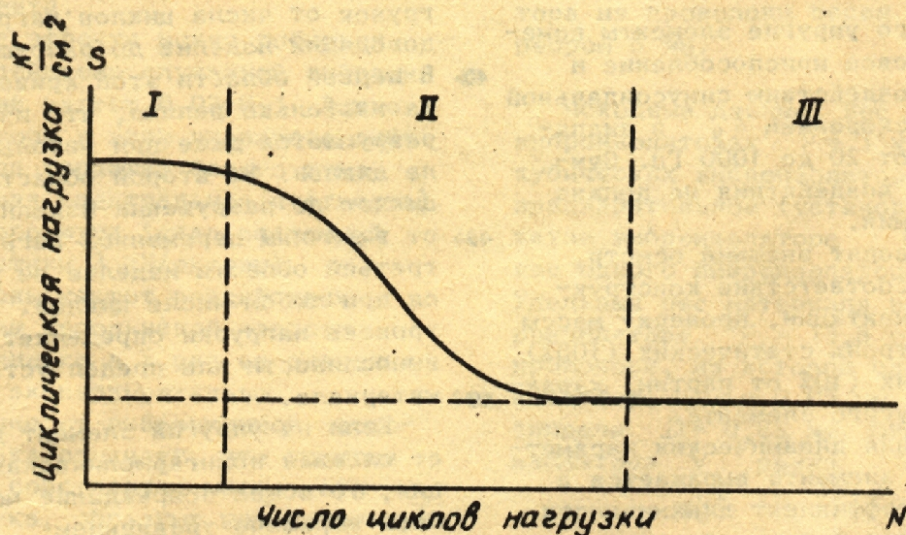
(53) 621-567.1(088.8)

(56) Заявка Франции № 1517677,
кл. F 16 f, 1968.

Авторское свидетельство СССР
№ 580474, кл. G 01 M 13/00, 1976.

(54)(57) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УПРУГО-
ГО ЭЛЕМЕНТА ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПРОВО-
ЛОКИ, включающий приложение сжимаю-
щей осевой нагрузки к отрезкам прово-
локи в виде спиралей, уложенных с
взаимным перекрещиванием в пресс-
форму, и воздействие на проволоку

вибрации, совпадающей по направле-
нию с нагрузкой, отличаю-
щийся тем, что, с целью повыше-
ния качества за счет стабилизации
динамических параметров при сохране-
нии ресурса, вибрацию прикладывают
после приложения нагрузки, уровень
вибрации выбирают в диапазоне 0,03-
0,1 от уровня эксплуатационной виб-
рации при плавном непрерывном про-
хождении диапазона гармонического
воздействия, нижнее значение кото-
рого составляет половину резонансной
частоты элемента, верхнее - в пять
раз превышает эту частоту, а массо-
вую нагрузку на упругий элемент
выбирают равной номинальной эксплуа-
тационной нагрузке.



Фиг.1

(19) SU (11) 1252569 A1

Изобретение относится к машиностроению, в частности к области защиты объектов от механической вибрации.

Целью изобретения является повышение качества за счет стабилизации динамических параметров при сохранении ресурса.

На фиг. 1 показан график зависимости величины знакопеременной нагрузки от числа циклов нагружения; на фиг. 2 - амплитудно-частотные характеристики образца № 1; на фиг. 3 - амплитудно-частотные характеристики образца № 2; на фиг. 4 - амплитудно-частотные характеристики образца № 3; на фиг. 5 - амплитудно-частотные характеристики образца № 4; на фиг. 6 - упрощенная модель материала МР; на фиг. 7 - силы, прикладываемые к упругому элементу; на фиг. 8 - диаграмма Кристенсена.

Согласно способу изготовления упругого элемента из проволоки ЭИ-708 диаметром 0,05 мм ее навивают спирально диаметром $0,9 \pm 0,01$ мм и взвешивают с точностью до $\pm 0,001$ г. Часть спирали весом 0,27 г растягивают до шага 0,95 мм и укладывают на резиновый коврик в круг диаметром 80-100 мм. Уложенную спираль скатывают в шар диаметром 20-23 мм, затем проводят обмотку шара под углом 45° оставшимися растянутыми спиралями до массы 0,35 г. После придания шару бочкообразной формы осуществляют прессование в размер чертежа изделия.

После этого упругие элементы помещают в групповое приспособление и подвергают воздействию синусоидальной вибрации с ускорением $4g$ в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц. Суммарное время воздействия не должно превышать 5 мин.

Затем проводят внешний осмотр, проверку на соответствие конструкторской документации, проверку массы (100%) и контроль статических (100%) и динамических (10% от партии) характеристик упругого элемента.

Стабилизация динамических параметров упругого элемента выражается в следующем. Коэффициент динамичности после обработки вибрацией снижается до определенной величины (в 1,5-2 раза), которая затем не изменяется до отказа амортизатора. При этом за счет технологического виброуплотнения проволоки увеличивается число

точек контакта между витками проволоки, чем увеличивается рассеяние энергии.

Кроме того, снижение коэффициента динамичности объясняется выгоранием и испарением смазки, находящейся на проволоке. Замена трения - скольжения на сухое трение также повышает рассеивание энергии колебаний.

Резонансная частота упругого элемента после обработки вибрацией становится несколько выше (на 10-40%) и остается такой до отказа амортизатора. Причины этого явления следующие.

После прессования в проволоке имеют место механические напряжения сжатия. Известно, что сжимающие усилия понижают резонансную частоту колебательной системы, а растягивающие - повышают. Вибротренировка снижает напряжения сжатия и частота проволоочного элемента возрастает.

Виброуплотнение приводит к некоторому повышению жесткости элемента и росту его резонансной частоты. При этом режимы вибротренировки подбираются таким образом, чтобы при вибрации упругого элемента не расходовался его ресурс.

Известно, что при нагружении конструкции повторяющимися знакопеременными нагрузками, последние отказывают вследствие потери выносливости. На фиг. 1 приведена типичная кривая ($S-N$) зависимости перегрузок от числа циклов нагружения, доводящих изделие до разрушения.

В первой области этой кривой нагрузка настолько велика, что изделие разрушается даже при небольшом числе циклов. Во второй области число циклов до разрушения изделия зависит от величины переменной нагрузки. В третьей области изделие не разрушится при любом числе циклов. Этот уровень нагрузки определяет предел выносливости или предел усталости материала.

Если на упругий элемент действует сложная полигармоническая вибрация, то общее повреждение может быть выражено уравнением

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N_i} = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} + \dots + \frac{n_k}{N_k},$$

где n_i - число циклов (пропорциональное частоте колебаний),

имеющих место при перегрузке A_1 ;

N_i — число циклов до уровня, соответствующего отказу.

Правило устанавливает, что отказ не наступит, пока $D < 1$. Время, за которое D становится равным 1, называется ресурсом амортизатора.

В изобретении режимы виброобработки подобраны таким образом, чтобы элемент работал в третьей области и не накапливал повреждений, сохраняя свой ресурс до начала эксплуатации в изделии. В частности, уровень вибрации 0,1 от эксплуатационной нагрузки и соответствует пределу выносливости материала. Это верхнее значение интервала можно вычислить через значение предела выносливости проволоки и ее сечения.

Нижнее значение интервала — уровень вибрации 0,03 от эксплуатационного — это то минимальное значение виброускорения, которое может преодолеть силу трения в витках проволоки и "раскачать" проволоочный массив. Его можно вычислить через коэффициент трения металл — металл, плотность проволоки и ее сечение.

Плавное непрерывное прохождение диапазона необходимо для того, чтобы возбудить в упругом элементе собственные колебания. Только при резонансе наиболее эффективно снимаются остаточные напряжения после прессования и осуществляется перестройка и стабилизация структуры проволоочного элемента.

Того же эффекта можно добиться и при воздействии случайной вибрации в диапазоне частот 0,03–0,1. Важно только, чтобы в этом диапазоне вибрация имела характер белого шума (равномерная спектральная плотность) или розового шума (спад частотной характеристики 3 дБ/октаву).

Диапазоны частот воздействия от половины резонансной частоты до увеличенного в 5 раз ее значения подобраны экспериментально.

В отличие от вибрационной массивная нагрузка означает, что упругие элементы, собственная масса которых невелика, образуют колебательную систему с дополнительной массой, величина которой подбирается из условия минимизации коэффициента динамичности на резонансе (номинальная массовая нагрузка).

В приведенном примере осуществления способа вибротренировки подвергались кубические виброизоляторы размером 8×8×8 мм весом 0,3 и 0,35 г, изготовленные из проволоки диаметром 0,05 мм.

Испытания показывают, что в процессе вибротренировки происходит улучшение и стабилизация динамических характеристик виброизоляторов: виброизолятор № 1 (фиг. 2) весом 0,35 г, начальный коэффициент динамичности $\eta = 3,2$, после вибротренировки $\eta = 2,2$. Резонансная частота до вибротренировки 25 Гц, после 57 Гц. Все последующие измерения показывают неизменность полученных после вибротренировки динамических характеристик;

виброизолятор № 2 (фиг. 3) весом 0,35 г, начальный коэффициент динамичности $\eta = 3$, стабильное значение после вибротренировки $\eta = 2,2$. Резонансная частота от 30 Гц стабилизировалась на 45 Гц;

виброизолятор № 3 (фиг. 4) весом 0,35 г, начальный коэффициент динамичности $\eta = 4$, стабилизированный $\eta = 2$. Резонансная частота от 25 Гц стабилизировалась на 60 Гц;

виброизолятор № 4 (фиг. 5) весом 0,3 г, начальный коэффициент динамичности $\eta = 3,8$, стабилизированный $\eta = 2,4$. Резонансная частота от 23 Гц стабилизировалась на 35 Гц.

Пример расчета ресурса кубического цельнометаллического виброизолятора из проволоки весом 0,35 г с ребром 8 мм.

Исходные данные. Вес прибора на виброизоляторах $P = 1$ кг; число кубических виброизоляторов $K = 4$; предварительное (установочное) поджатие виброизолятора $P = 0,5$ кг; вес одного виброизолятора $P_a = 0,35$ г. Удельный вес материала в данном виброisolляторе $\rho_a = 15,8$ г/см³. Диаметр проволоки, из которой сделан виброизолятор, $d = 0,05$ мм. Диаметр спирали $D = 0,85$ мм. Объем виброизолятора V равен

$$V = L \frac{\pi d^2}{4} = \frac{P_a}{\rho_a}, \quad (1)$$

где L — длина проволоки, из которой сделан виброизолятор.

Из выражения (1) можно записать

$$L = \frac{4V}{\pi d^2} = \frac{4}{\pi d^2} \cdot \frac{P_a}{\rho_a} = 1120 \text{ (см)}$$

Тогда число витков спирали в вибро-
изоляторе n равно

$$n = \frac{L}{\pi D} = 4,2 \cdot 10^3$$

Принимаем, что витки спирали
ориентированы в кубике равновероят-
но, тогда в каждом направлении, пер-
пендикулярном грани кубика, распо-
ложена 1/3 часть витков от их обще-
го числа

$$\frac{n}{3} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ витков}$$

По упрощенной модели, максималь-
ным циклическим нагрузкам в витке
спирали подвергаются сечения Δ
(фиг. 6).

Площадь сечения (ϕ) равна

$$s = \frac{\pi d^3}{4} = 0,00196 \text{ мм}^2$$

Удвоенная площадь сечения равна
0,00392 мм².

Суммарная площадь, по которой рас-
пределяется приложенная к вибро-
изолятору сила

$$\sum_{i=1}^n s = 0,0549 \text{ см}^2$$

В общем случае, к виброизолятору
прикладывается сила, включающая по-
стоянную ($F_{\min}$) и переменную (F_a)

составляющие (фиг. 7).

При действии на защищаемый прибор
виброперегрузки 40g на частоте
3 кГц числовые значения силы состав-
ляют

$$F_a = 40 \frac{P}{4g} = 40g \frac{1}{4g} = 10 \text{ кГ};$$

$$F_{\min} = P + p = 1 \text{ кГ};$$

$$F_{\text{ср}} = 11 \text{ кГ};$$

$$F_{\text{макс}} = F_{\min} + 2 F_a = 1 + 2 \cdot 10 = 21 \text{ кГ}.$$

По формуле $S = F / \sum s$, где S -
напряжение, F - сила, $\sum s$ - пло-
щадь, определяют составляющие
напряжения в сечении витков спирали

$$S_a = \frac{F_a}{\sum s} = 182 \approx$$

$$\approx 2635 \text{ фунт/дюйм}^2$$

$$S_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{ср}}}{\sum s} = 200 \approx$$

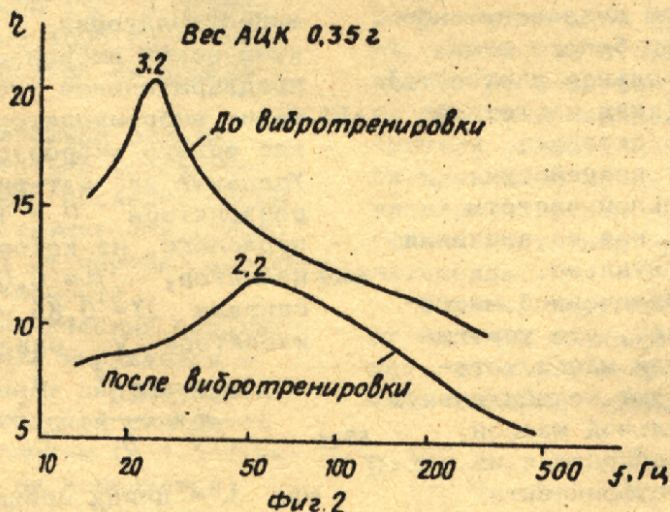
$$\approx 2898 \text{ фунт/дюйм}^2$$

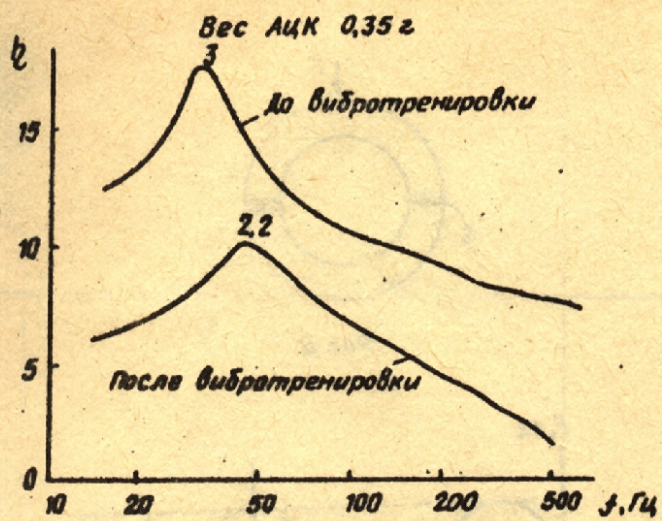
По диаграмме Кристенсена (фиг. 8)
определяется среднее число циклов
до разрушения (N)

$$N = 10^8 \text{ циклов}$$

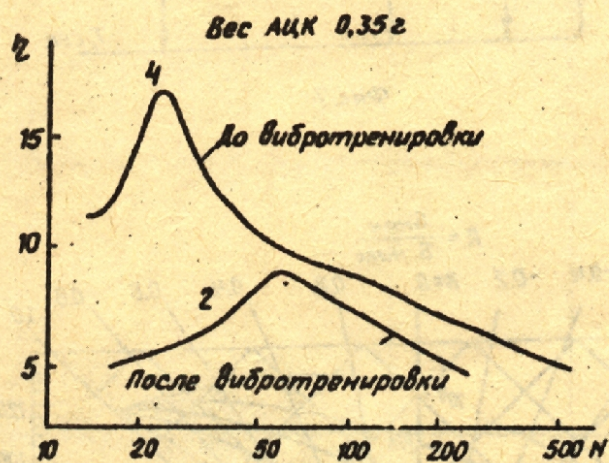
Среднее время работы амортизато-
ра до разрушения T_p при частоте
 $f = 3 \text{ кГц}$:

$$T = \frac{N}{f} = 9,25 \text{ ч.}$$

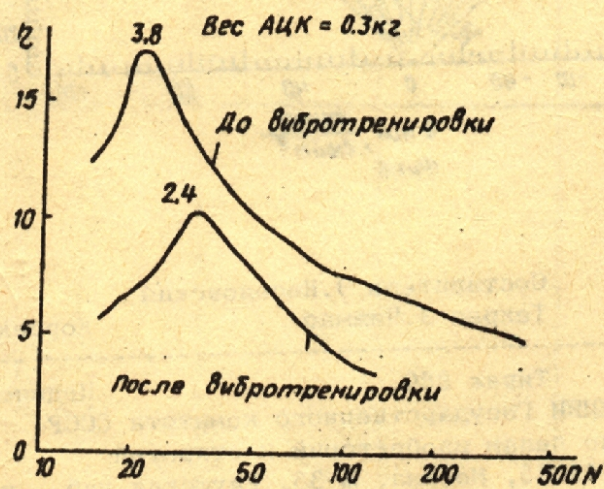




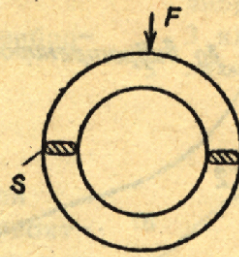
Фиг. 3



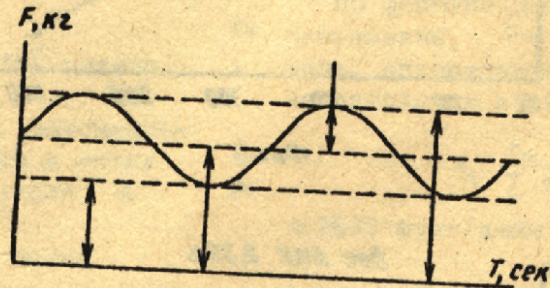
Фиг. 4



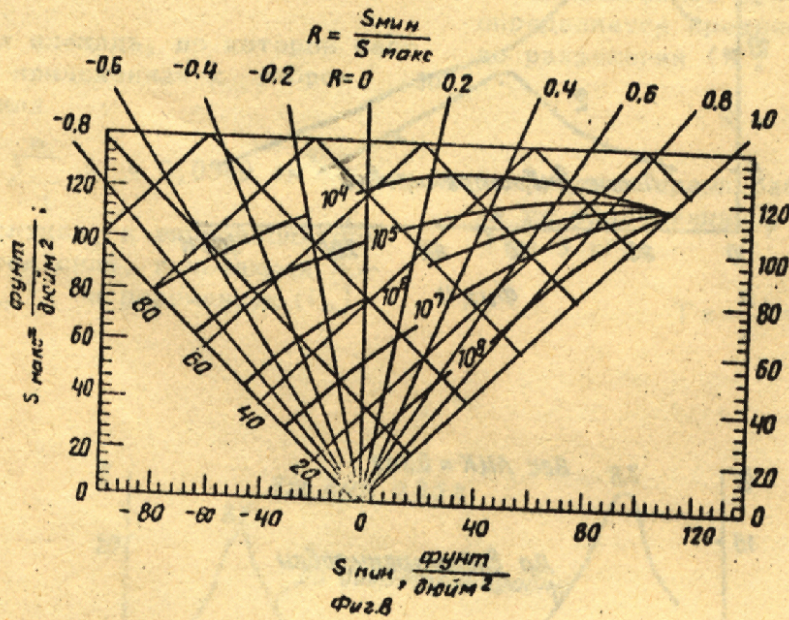
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

Редактор А. Шандор

Составитель Э. Неселовский
Техред Э. Чижмар

Корректор Е. Сирохман.

Заказ 4608/38

Тираж 880

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4