

РАСЧЕТ ВИБРОПРОВОДНОСТИ ДВУХСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН С СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ НИТЬЮ

Башков А.П., д.т.н., доц., Башкова Г.В., д.т.н., доц.

*Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново, Российская Федерация*

Реферат. В статье анализируется способность двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей гасить механические вибрации. Соединительные элементы, скрепляющие два слоя полотна, образуют упругую пространственную систему, сопротивляющуюся механическим нагрузкам и вибрации. Предложена расчетная методика определения показателя вибропроводимости полотна в зависимости от упругих свойств соединяющей нити. Это дает возможность прогнозировать виброизоляционные свойства при проектировании подобных структур.

Ключевые слова: двухслойные трикотажные полотна, соединительные элементы из индивидуальных нитей, «распорки», виброизоляционные свойства, показатель вибропроводимости.

Двухслойные трикотажные полотна с соединительными элементами из индивидуальных нитей, известные в мире как knitted spacer fabrics («распорчатый трикотаж») появились совсем недавно. Они предназначены для использования в автомобильной, аэрокосмической, строительной и других отраслях промышленности, а также в бытовых, ортопедических и медицинских изделиях. Эти полотна обладают рядом особых эксплуатационных свойств: повышенной упругостью при сжатии по нормали к плоскости полотна и при изгибе, высокой виброакустической изоляцией, воздухопроницаемостью, пониженной теплопередачей. Виброизоляционные свойства таких структур обуславливается способностью соединительных нитей-«распорок» сопротивляться продольному сжатию и изгибу, аналогично гибким стержням, что обеспечивает гашение механических колебаний, передаваемых полотну. Кроме того, расположение нитей в структуре трикотажа напоминает сложные пространственные кривые, которые подобно пружинам гасят виброколебания (рис. 1).

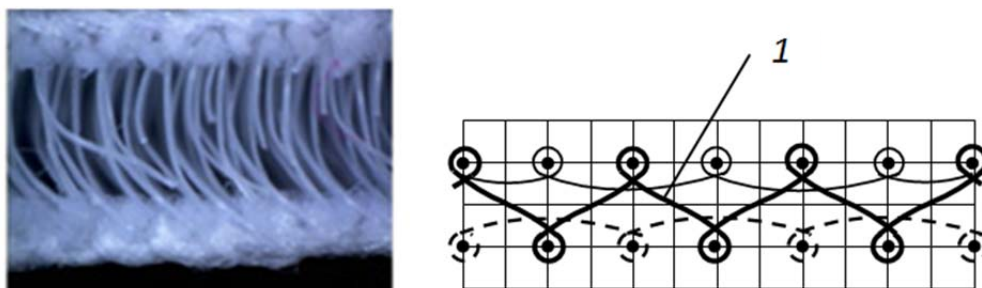


Рисунок 1 – Структура двухслойного («распорчатого») трикотажа: 1 – соединительная нить

Применение в качестве соединительных нитей синтетических мононитей или льносодержащей пряжи достаточной жесткости и упругости усилят виброгасящий эффект. Эти полотна можно использовать в качестве виброгасящих прокладок в ладонной части перчаток для защиты от локальной вибрации и виброгасящих стелек в обуви, коврик или опорного слоя в обивке сидений для защиты от общей вибрации.

Для прогнозирования виброгасящих свойств «распорчатых» полотен можно представить их структуру в виде пружинно-демпфирующей системы, упругим элементом которой будут сами распорки, пластическим элементом внешние слои трикотажа. Очевидно, что у разных видов полотен будут некоторые собственные частоты, при совпадении которых с частотой вибрации возникнут резонансные явления.

Резонансная частота нелинейно зависит от жесткости нитей k , их упругие свойства выражены характером кривой удлинения при полуволновой нагрузке. Угловая частота резонансных колебаний может быть выражена следующим образом:

$$\omega_n = 2\pi f_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{dF/d\delta}{m}}, \quad (1)$$

где m – масса элемента (ячейки) образца; f_n – внутренняя резонансная частота; $dF/d\delta$ – кривизна кривой удлинения образца нити в упругой части, т. е. градиент напряжения F относительно деформации δ .

При упругих деформациях, а при воздействии вибрации именно они имеют место, значение жесткости соединительных нитей k можно определить по следующим зависимостям. Согласно уравнению Эйлера, сила сжатия стержня, при которой начинается его изгиб, будет определяться как [1]

$$P_y = \frac{\pi^2 EI}{l_y^2}, \quad (2)$$

где E – продольный модуль упругости стержня (для льняного волокна $E = 0,5-0,7$ ГПа, для полиэфирной нити $0,5-0,5$ ГПа); I – минимальный момент инерции сечения «распорчатой» нити (стержня), для круглого сечения с радиусом R_0 он будет $I = \pi R_0^4/4$; l_y – длина проекции стержня на ось y (определяется визуально).

В этом выражении произведение EI представляет собой изгибную жесткость нити k . Она будет функцией угла изгиба γ [2], т. е.

$$EI = ER_0^4 \frac{\pi \cos \gamma (1 - 3 \cos^2 \gamma + 2 \cos^3 \gamma)}{3 \sin^4 \gamma}. \quad (3)$$

Граничные условия для угла γ в пространстве между слоями полотна находятся в пределах от 0° до 90° . При углах изгиба близких к 90° изгибная жесткость максимальна. Ввиду сложной кривой, по которой располагается нить, у нее можно наблюдать одновременно несколько углов изгиба в рабочей области, что усложняет расчеты.

Коэффициент виброгашения (демпфирования) можно записать как

$$\zeta = \frac{c}{2m\omega_n}, \quad (4)$$

где c – виброскорость в источнике вибрации.

Показатель вибропроводимости T_r тогда определяется выражением

$$T_r = \sqrt{\frac{1 + (2\zeta\omega/\omega_n)^2}{[1 - (2\omega/\omega_n)^2]^2 + (2\zeta\omega/\omega_n)^2}}. \quad (5)$$

Расчетные показатели вибропроводимости для полотен с различными распорчатыми нитями, которые определялись при трех значениях γ (15° , 45° , 90°), показаны на рисунке 2.

Лабораторные исследования подтверждают, что показатель вибропроводимости, в первую очередь, зависит от их толщины, а также от сырьевого состава и плотности структуры. Более устойчивы к вибрации плотные, толстые полотна из упругих нитей, например, из полиэфира. Резонансные колебания возникают при частотах от 11 до 16 Гц в зависимости от структуры и жесткости нитей. Вибропроводимость полотен снижается по мере роста частоты колебаний.

Вывод. Выявлена зависимость виброгасящих свойств распорчатого трикотажа от жесткости соединительных нитей, позволяющая на стадии проектирования трикотажа оптимально подбирать исходные материалы.

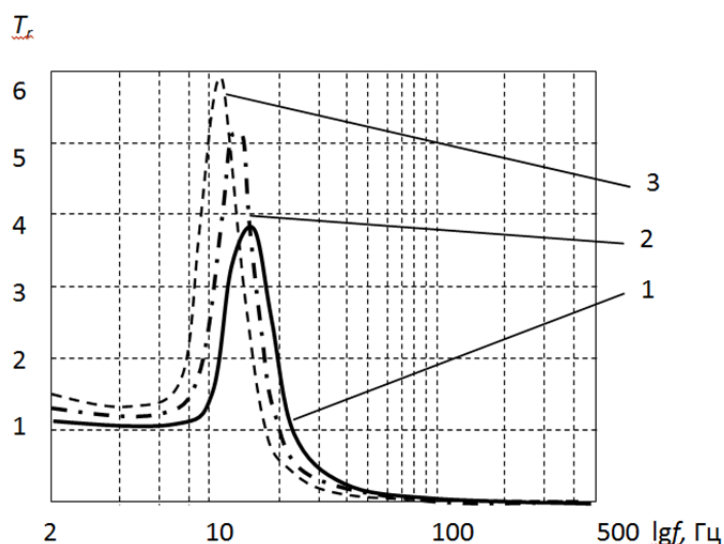


Рисунок 2 – Расчетные значения показателя вибропроводимости для образцов с различными «распорчатыми нитями»: 1 – полиэфирная мононить 110 текс, 2 – льняная пряжа 85 текс, 3 – хлопчатобумажная пряжа 85 текс

Список использованных источников

1. Светлицкий, В. А. Механика гибких стержней и нитей / В. А. Светлицкий, – М.: Машиностроение, 1978. – 222 с.
2. Черноус, Д. А. Прогнозирование эффективных механических характеристик трикотажа / Д. А. Черноус, С. В. Шилько, А. В. Чарковский // Физическая мезомеханика. Т. 11. – 2008. – № 4. – С. 107–114.
3. Овсянников, С. Н. Исследование звукоизоляционных свойств материалов при различных статических нагрузках / С. Н. Овсянников, Д. С. Скрипченко // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2016. – № 4. – С. 40–44.

УДК 677.022.48

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ВД 330

Махкамова Ш.Ф., ст.преп, Гафуров К.Г., к.т.н, проф., Валиева З.Ф., ст.преп.

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Реферат. В статье рассматривается оптимальное разложение общей вытяжки на частные на пневмомеханической прядильной машине при переработке регенерированных из прядомых отходов хлопковых волокон. Для этого использована матрица «состав – свойство», применяемая для смесей с определенным её преобразованием. Экспериментальное исследование проведено на пневмомеханической прядильной машине ВД-330 с выработкой пряжи линейной плотности 50 текс и определены оптимальные параметры работы машины.

Ключевые слова: прядомые отходы, пневмомеханическая прядильная машина, общая вытяжка, частная вытяжка, логарифмирование вытяжек, оптимизация.

Целью исследования является определение оптимальных параметров работы машины ВД-330 для производства пряжи из регенерированных волокон. Для достижения этой цели поставлена задача оптимального разложения общей вытяжки на частные.

Известно [1], что для экспериментального определения оптимального разложения общей вытяжки на три и более частные предложено использовать симплекс-решетчатые матрицы, которые обладают свойством