

УДК 677.023

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТКАНИ,
ОБЛАДАЮЩЕЙ ВИБРОЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

**DEVELOPMENT OF MANUFACTURING TECHNIQUES OF FABRIC,
POSSESSING VIBROPROTECTIVE PROPERTIES**

С.С. ЮХИН, М.В. НАЗАРОВА, С.Ю. БОЙКО
S.S. YUKHIN, M.V. NAZAROVA, S.YU. BOYKO

**(Московский государственный университет дизайна и технологии,
Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета)
(Moscow State University of Design and Technology,
Kamyshin Technological Institute (branch)
Volgograd State Technical University)**
E-mail: ttp@kti.ru

В статье представлены результаты исследований по разработке технологии изготовления ткани, обладающей виброзащитными свойствами.

В результате проведенных расчетов при проектировании конструкционного материала с виброзащитными свойствами установлены параметры виброизолятора, обеспечивающие необходимую величину погашения вибрации. На основе выбранной математической модели разработана ме-

тодика проектирования и алгоритм расчета параметров ткани, выработанной на ткацком станке, обладающей виброзащитными свойствами.

Results of researches on development of manufacturing techniques of the fabric possessing vibroprotective properties are presented in article.

As a result of the carried-out calculations at design of constructional material with vibroprotective properties the vibroinsulator parameters providing the necessary size of repayment of vibration are established. On the basis of the chosen mathematical model the technique of design and algorithm of calculation of parameters of the fabric developed on the weaving loom, possessing vibroprotective properties is developed.

Ключевые слова: основоворсовая ткань, виброизолятор.

Keywords: two-layer fleecy fabric, vibroinsulator.

В настоящее время на текстильных предприятиях особое внимание уделяется расширению ассортимента тканей специального назначения, применяемых в различных отраслях промышленности. На российских предприятиях, особенно в металлообрабатывающей, машиностроительной, металлургической, строительной отраслях, среди профессиональных заболеваний ведущее место занимает вибрационная патология. В связи с этим проблема профилактики неблагоприятного влияния производственных вибраций на работающих – одна из актуальнейших в медицине труда.

К числу наиболее опасных источников локальной вибрации относится ручной механизированный инструмент ударного, ударно-вращательного и вращательного действия.

Поэтому в данной работе решается актуальная для промышленности задача разработки ткани, предназначенной для изготовления спецодежды, обладающей такими свойствами, как виброустойчивость и высокая прочность.

Анализ литературных источников свидетельствует о большом количестве работ, посвященных методам проектирования, расчета и оптимизации тканей. Однако установлено, что из всего многообразия работ, связанных с созданием виброизолирующих устройств, методов и средств защиты от воздействия вибрации, исследо-

ваний конструкционного материала, обладающего виброзащитными свойствами, на основе ткани, проведено недостаточно. Анализ работ, посвященных методам проектирования основоворсовых тканей по заданным свойствам, показал, что при разработке методов проектирования тканей не учитывались такие важные эксплуатационные свойства ткани, как теплопроводность и виброустойчивость.

Следовательно, решение проблемы разработки метода проектирования и расчета ткани по виброустойчивости своевременно и актуально.

В качестве виброизолирующего материала предлагается использовать неразрезную двухполотенную основоворсовую ткань, вырабатываемую на ткацких станках ТВ-160- ШЛ2 [3]. В исследуемой ткани переплетение грунта ткани, то есть переплетение коренной основы с утком – репс основной 2/2, соотношение между коренной основой верхнего полотна, коренной основой нижнего полотна, ворсовой основой равно 1:1:1. Ворсовая основа закрепляется в ткани одной уточной нитью. Раппорт переплетения ткани по основе $R_o=6$, и по утку $R_y=8$.

Предлагаемая для погашения вибрации ткань представляет собой конструкционную систему, состоящую условно из двух слоев, соединенных поперечными нитями или стойками.

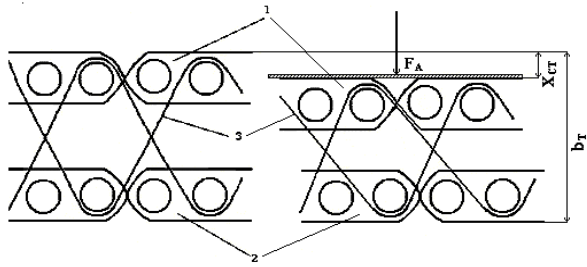


Рис. 1

На рис. 1 схематически представлен конструкционный материал, обладающий виброзащитными свойствами: 1 – верхний слой конструкционного материала; 2 – нижний слой конструкционного материала; 3 – поперечные стойки, соединяющие два слоя; F_A – величина возмущающей силы, Н; $x_{ст}$ – величина статической осадки под действием возмущающей силы (веса виброинструмента и усилий оператора при выполнении работ), мм; b_t – толщина виброизоляционного слоя или конструкционного материала в свободном состоянии, мм.

Выбор исходных данных для разрабатываемого метода проектирования ткани по виброустойчивости обусловлен результатами исследований [1] и гигиеническими нормами вибрации для человека. Это – масса виброинструмента $m \leq 5 \dots 20$ кг, возбуждающая сила $F_a \leq 100 \dots 200$ Н, угловая частота вынуждающей силы $f \leq 200$ Гц, толщина виброизоляционного слоя в свободном состоянии b_t до 10 мм, статическая осадка под действием веса виброинструмента и усилий оператора при выполнении работ $x_{ст} = (0,01 \dots 0,5)b_t$, в зависимости от используемого демпфирующего элемента.

Для проектирования такого конструкционного материала необходимо выбрать математическую модель механической системы. В качестве модели вибрационной системы мы приняли линейную систему с одной степенью свободы (рис. 2). Инерционный элемент 1 системы, имеющий массу m , движется по прямолинейной траектории в идеальных направляющих 2 вдоль оси ОХ. Элемент 1 системы соединен посредством виброизоляционного элемента модели (конструкционного материала) с защищаемым объектом 3 (оператором).

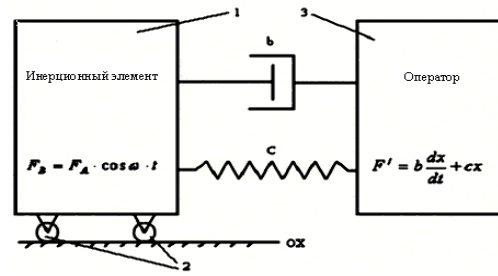


Рис. 2

На основе анализа выбранной модели вибрационной системы разработана методика проектирования и алгоритм расчета параметров ткани, обладающей виброзащитными свойствами.

Алгоритм проектирования ткани с виброзащитными свойствами включает 2 этапа.

1. Расчет виброизолятора для создания конструкционного материала с виброзащитными свойствами.

2. Проектирование ткани, обладающей виброзащитными свойствами, на основе расчета виброизолятора.

Целью первого этапа проектирования является определение параметров виброизолятора. При расчете параметров виброизолятора использовано следующее соотношение:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2h \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_A}{m} \cos \omega t, \quad (1)$$

где F_A – вынуждающая внешняя сила; m – масса инерционного элемента; x – координата инерционного элемента, отсчитываемая от положения устойчивого равновесия:

$$x = x_A \sin(\omega t + \phi), \quad (2)$$

где x_A – амплитуда x ; t – время; ω – угловая частота колебаний; ϕ – начальная фаза.

$$h = \frac{b}{2m}; \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}, \quad (3)$$

где h – коэффициент демпфирования; b – сопротивление демпфера; ω_0 – собственная угловая частота недемпфированной системы; c – жесткость пружины.

В результате проведения математических преобразований формулы (1) и расче-

та безразмерных параметров виброизолятора получаем формулу для расчета коэффициента передачи силы:

$$K_F = \sqrt{\frac{1 + 4\beta^2\gamma^2}{(1 - \gamma^2)^2 + 4b^2\gamma^2}}. \quad (4)$$

$$\gamma = \sqrt{1 + 2\beta^2 \left(\frac{1}{K_F} - 1 \right) + \sqrt{\left[1 + 2\beta^2 \left(\frac{1}{K_F} - 1 \right) \right]^2 + \frac{1}{K_F^2}} - 1}. \quad (5)$$

С использованием ЭВМ в среде программирования MathCad были выполнены необходимые расчеты для построения частотной характеристики коэффициента передачи силы и установлены параметры виброизолятора, обеспечивающие необходимую величину погашения вибрации [4].

Методика расчета виброизолятора выглядит следующим образом.

1. Принимаем толщину (вертикальные размеры) виброизолятора b_t , мм.

2. Определяем коэффициент жесткости виброизолятора. Как видно из рис. 1, жесткость или устойчивость данного конструкционного материала к внешним воздействиям будет зависеть от количества поперечных нитей или стоек на единице площади. Жесткость, в свою очередь, связана линейной зависимостью с усилием, прилагаемым к материалу. Коэффициент жесткости виброизолятора определяется по формуле:

$$C = \frac{F_A}{x_{ст}}, \quad (6)$$

где F_A – максимальное усилие, Н; $x_{ст}$ – допустимое значение статической осадки, мм.

Из формулы (6) видно, что чем выше жесткость материала, тем лучше происходит сопротивление виброизолятора внешним воздействиям.

3. Уточняем коэффициент передачи силы с учетом соотношения частоты возмущающей силы f и собственной частоты системы f_0 :

$$K_F = \frac{F'_a}{F_a} = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2}. \quad (7)$$

Задаваясь необходимым значением коэффициента передачи силы, решаем равенство (5) относительно коэффициента γ , показывающего соотношение угловой частоты колебаний возмущающей силы к собственной угловой частоте недемпфированной системы:

4. Собственная частота системы определяется по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Pg}{x_{ст}P}} \cong \frac{0,5}{\sqrt{x_{ст}}}. \quad (8)$$

5. Определяем площадь поверхности виброизолятора S_a по формуле:

$$S_a = \frac{10^3 F_a}{\sigma}, \quad (9)$$

где σ – нормальное напряжение, возникающее в виброизоляторе.

В результате второго этапа проектирования виброизолятора на основе неразрезной двухполотенной основоворсовой ткани по заданным поверхностной плотности и толщине установлено, что в исследуемой ткани густота ворса (количество стоек на $см^2$) составляет $K_c = 274$ стоек/ $см^2$, толщина ткани $b_t = 7,62$ мм, высота ворсовой основы $h = 6,96$ мм, количество нитей коренной основы в верхнем и нижнем полотнах и ворсовой основы составляет $n_{ок} = 6004$ нитей, $n_{ов} = 3002$ нитей. По полученным данным производим заправочный расчет исследуемой ткани [2]. Разработанную неразрезную двухполотенную основоворсовую ткань рекомендуется использовать для изготовления защитных материалов при работе с ручным инструментом.

ВЫВОДЫ

1. На основе выбранной математической модели разработана методика проектирования и алгоритм расчета параметров ткани, обладающей виброзащитными свойствами.

2. По разработанной методике произведен расчет параметров выработки двухполотенной основоворсовой ткани на станке ТВ-160-ШЛ2.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Фролов К.В.* Уменьшение амплитуды колебаний резонансных систем путем управляемого применения параметров. – М.: Машиностроение, 1965.

2. *Назарова М.В., Бойко С.Ю.* Разработка метода проектирования ткани для защиты человека от внешних воздействий // *Современные проблемы науки и образования.* – 2010, №6. С.75...79.

3. *Назарова М.В., Бойко С.Ю.* О возможности выработки на отечественном ткацком оборудовании технических тканей, обладающих виброзащитными свойствами // *Современные проблемы науки и образования.* – 2010, №6. С.80...82.

4. *Назарова М.В., Бойко С.Ю.* Исследования влияния заправочных параметров ткацкого станка при выработке основоворсовой ткани на ее виброустойчивость // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* – 2014, №9 (часть 2). С.21...24.

REFERENCES

1. Frolov K.V. Umen'shenie amplitudy kolebanij rezonansnyh sistem putem upravljaemogo primeneniya parametrov. – M.: Mashinostroenie, 1965.

2. Nazarova M.V., Bojko S.Ju. Razrabotka metoda proektirovaniya tkani dlja zashhity cheloveka ot vnesnih vozdeystvij // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija.* – 2010, №6. S.75...79.

3. Nazarova M.V., Bojko S.Ju. O vozmozhnosti vyrabotki na otechestvennom tkackom oborudovanii tehniceskikh tkanej, obladajushhih vibrozashhitnymi svojstvami // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija.* – 2010, №6. S.80...82.

4. Nazarova M.V., Bojko S.Ju. Issledovanija vlijanija zapravochny parametrov tkackogo stanaka pri vyrabotke osnovovorsovoj tkani na ee vibroustojchivost' // *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij.* – 2014, №9 (chast' 2). S.21...24.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 01.12.14.