

УДК 677.051

**СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА
И ВИБРАЦИИ В МЕХАНИЗМАХ**

Г. К. КУЗНЕЦОВ, С. Н. ТИТОВ

(Костромской государственной технологической университет)

В классических работах по колебаниям в текстильных машинах [1, 2] в состав элементов упругих систем нигде не включается обрабатываемый материал (волокнистый продукт, нить, ткань). В исследованиях случайных колебаний в текстильных машинах о свойствах текстильного материала, связанных с этими колебаниями, также чаще всего не упоминается [3, 4]. В некоторых случаях при решении задач о вибрациях учет влияния свойств обрабатываемого текстильного объекта весьма желателен и рядом авторов уже отмечается [5, 6]. Анализ виброобстановки в технологическом узле должен служить и поиску способов подавления колебаний, если они нежелательны, и возбуждения их, если они могут интенсифицировать технологический процесс [7, 8].

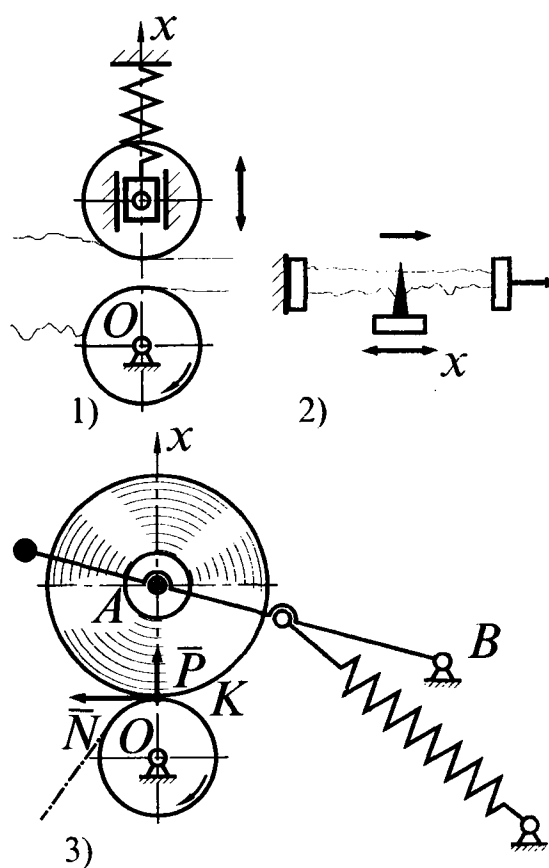


Рис. 1

Рассмотрим для примера три варианта взаимодействия волокнистого материала с рабочими органами машин (рис.1), в каждом из которых волокнистый материал является одновременно фактором, возбуждающим колебания, упругим элементом системы и носителем ее диссипативных свойств.

Вариант 1 – валковый узел (питающие пары машин первичной обработки и прядильно-приготовительного производства, вытяжные механизмы, машины отделочного производства).

Возмущающими факторами являются неравномерность по линейной плотности подаваемого в узел продукта, что характерно на ранних стадиях обработки (меньше в вытяжных механизмах), и импульсные нагрузки в любых парах валков. Одновременно материал является упругим в направлении, перпендикулярном движению, и обладает вязкими (фрикционными) свойствами.

Вариант 2 – игольная планка во всех чесальных машинах и узлах для формирования ленты с игольчатыми полями.

В узле возбуждаются вибрации типа автоколебаний, вызываемые неравномерностью усилия чесания и трением, а также возмущения от аномальных явлений (загрязнения продукта, резкие утолщения). В системе проявляются упругие свойства волокнистого продукта, связанные, главным образом, с распрямлением и параллелизацией волокон, и диссипация, обусловленная прежде всего трением.

Вариант 3 – фрикционный мотальный узел.

Возмущающими факторами являются дефекты наковки, возникающие при ее формировании (эксцентricность, отклонение от геометрических форм, огранка), и колебания натяжения нити в процессе раскладки (характерно для прядильных машин). Характеристики колебаний определяются упругими свойствами наковки в радиальном направлении и демпфирующими свойствами, зависящими прежде всего от плотности намотки.

В качестве возмущающих могут быть факторы и не связанные с обрабатываемым

материалом – возмущения от неточности изготовления и сборки узла, влияния соседних механизмов и приводного устройства. Масса волокнистого материала при рассмотрении вибраций чаще всего существенной роли не играет.

Представим описание явления колебаний в простейшем виде, считая, что диссипативные силы зависят от скорости (сухое трение в этом случае может быть представлено лишь показателем степени при скорости, равном нулю), а функция возмущения чисто гармоническая:

$$\ddot{x} + 2\mu\dot{x} + k^2x = a \sin \omega t. \quad (1)$$

При введении в систему волокнистого объекта коэффициенты уравнения зависят от свойств его и формы подачи в механизм. Эти коэффициенты (2μ , k , ω) являются входными факторами и необходимы для определения искомой вероятной амплитуды колебаний в узле:

$$A = \frac{a}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4\mu^2\omega^2}}. \quad (2)$$

Для определения численного значения входных данных требуются тонкие физические эксперименты. Проблема заключается в том, что жесткость колебательной системы, определяющая частоту ее собственных колебаний k , и диссипативные свойства, оцениваемые через динамическую вязкость μ , оказываются неразрывно связанными в одном и том же вязкоупругом текстильном продукте.

Определение динамической вязкости бобины с пряжей при известной жесткости уже проводилось в [6]. При этом в качестве численных значений жесткости использовались результаты оценки упругих свойств бобины в статических условиях, после чего при частотах возмущения, близких к частотам реального процесса, экспериментально определялись амплитуды вибраций одномассовой колебательной системы, включающей исследуемую бобину с пряжей.

Далее из (2) определялась динамическая вязкость μ при известных прочих параметрах колебательной системы. Такой подход позволил решить конкретную динамическую задачу, но не дал достоверных данных о динамических характеристиках паковки.

В развитие этого подхода нами предлагается методика, суть которой заключается в экспериментальном измерении амплитуды вибраций при одних и тех же условиях не одной, а двух колебательных систем (предпочтительно простейших одномассовых), которые должны включать один и тот же исследуемый текстильный объект. В принципе, вместо двух различных физических моделей можно использовать одну, но измерения должны проводиться дважды при одних и тех же параметрах возмущающего воздействия с изменением какой-либо известной характеристики колебательной системы (например, приведенной массы или жесткости).

Результаты измерений и известные характеристики каждой колебательной системы с учетом правил приведения динамических параметров подставляются в (2), образуя тем самым систему двух уравнений с двумя неизвестными (искомые динамические жесткость и вязкость). Порядок уравнений определяется структурой динамических моделей (конструкцией экспериментальной установки), но он будет не ниже четвертого (порядок простейшего исходного уравнения). Поэтому окончательный выбор как количества значимых решений (от одного до трех), так и численных значений может быть произведен лишь логически при достаточном знании физической сути конкретного динамического процесса.

Возможно, сегодня задача анализа вибраций систем с учетом волокнистого материала и не представляется первоочередной. Однако в ближайшем будущем при создании нового конкурентоспособного оборудования подобные задачи будут воз-

никать. Поэтому уже сейчас самое пристальное внимание необходимо обращать на методы и средства измерения показателей динамических свойств текстильных материалов в том виде, в каком они могут быть востребованы создателями машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коритыцкий Я. И. Колебания в текстильных машинах. – М.: Машиностроение, 1973.
2. Коритыцкий Я. И.. Динамика упругих систем текстильных машин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
3. Kuznetsov G. K., Boyko S. V. Casual Vibration of Mechanical Systems of Textile Machines. // Ninth World Congress of the Theory of Machines and Mechanisms. – Politecnico di Milano, Italy, 1995.
4. Кузнецов Г. К., Бойко С. В.. // Вестник КГТУ. – № 1, 1999.
5. Кузнецов Г. К., Титов С. Н., Румянцев М. А.. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, №1. С.101...103.
6. Титов С. Н. Комплексный анализ и усовершенствование мотального механизма ПСК-225-ЛЮ: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, КТИ, 1994.
7. Жигалов А. Д. Изменение структуры продукта в процессе его вытягивания в вытяжном поле с вибратором // Сб. научн. тр. КТИ. – Кострома, КТИ, вып.12, 1958.
8. Ямщиков С. В.. Исследование вибрационного прибора утка и методы проектирования тканеформирующих механизмов вибрационного типа: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, КТИ. 1978.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 20.09.00.