

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОТРИБОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАРДОЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ

А.Ю. КОМЛЕВ, Н.А. КОРОБОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

На наш взгляд, одно из важных направлений в развитии [1] – это изучение условий вибротрибологического взаимодействия рабочих органов кардочесальной машины с волокнистым материалом.

Важным условием эффективности кардочесания является выполнение требования перехода всей массы волокон с приемного барабана на главный, которое определяется типом применяемой гарнитуры рабочих органов, их скоростным режимом, состоянием разводки и свойствами перерабатываемого волокнистого материала.

Зона перехода волокон с приемного барабана на главный представляет собой открытую термодинамическую систему. Ее основными характеристиками являются объем, состояние среды и продолжительность вибротрибологического взаимодействия сопряженных рабочих органов с транспортируемым хлопковолокнистым потоком.

Обобщенная модель контактного взаимодействия волокна с зубом гарнитуры приемного барабана изображена на рис.1.

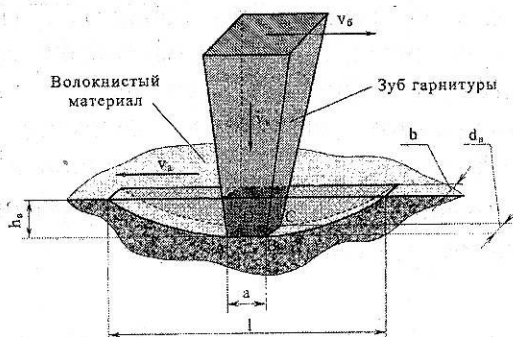


Рис. 1

Для оценки стабильности рассматриваемого процесса целесообразно использовать энергетическую теорию фрикционного контакта [2]. В связи с чем, принимая во внимание особенности кардочесальной

технологии, следует ввести ряд допущений:

– зона перехода волокон приемный барабан – главный барабан представляет собой открытую термодинамическую систему, активным композитом которой является подвергаемый нагрузке вибротрибологический комплекс, включающий как минимум контртело (приемный барабан), индентор (хлопковое волокно) и промежуточный материал (инкрустирующие вещества, ТВВ, воздух, вода и так далее);

– поскольку узел приемного барабана позволяет разъединить на отдельные волокна 70...80% неразработанных комплексов волокон, считаем обоснованным утверждать, что отдельное волокно – это элементарная составляющая технологического хлопковолокнистого потока;

– для обеспечения перехода волокна с гарнитуры приемного на гарнитуру главного барабана его поверхность должна одновременно взаимодействовать как минимум с двумя зубьями гарнитуры сопряженных рабочих органов;

– волокно не может быть сброшено с гарнитуры приемного барабана под воздействием центробежной силы или воздушного потока;

– концы волокна, одновременно взаимодействующего с обоими рабочими органами, удерживаются в зубчатой гарнитуре силами трения, расчет которых производится по формуле Эйлера;

– взаимодействие волокон между собой в технологическом хлопковолокнистом потоке отсутствует.

Изучение [2], а также глубокий анализ современной вибродиагностической и триботехнической литературы позволили авторам получить обобщенный интегральный показатель интенсивности контактного взаимодействия волокна с зубом гарнитуры. Им является мощность  $P_a$  вибротри-

биологического контакта, количественно представляющая собой произведение виброреологического и трибореологического показателей [3]:

$$P_a = q_B^3 w_T, \quad (1)$$

где  $P_a$  – мощность вибротрибологического контакта, Вт;  $q_B$  – виброреологический параметр, характеризующий интенсивность условий формирования адгезионных связей в зоне контакта взаимодействующих элементов,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $w_T$  – трибореологический параметр, характеризующий интенсивность преобразования агрегатных состояний поверхностного слоя взаимодействующих элементов,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-1}$ .

Состояние виброреологического параметра  $q_B$  обуславливает изменение условий нагружения и деформации поверхностного слоя волокнистого материала. Его значение определяется по формуле

$$q_B = k_a (v_a + v_6 + v_B), \quad (2)$$

где  $k_a = V/V_a$  – показатель распространения деформаций в поверхностном слое волокнистого материала при его контактном взаимодействии с зубом гарнитуры барабана;  $v = \ell b h_a$  – объем материала, воспринимающий вибрационную нагрузку при трении,  $\text{м}^3$ ;  $l$  – длина зоны деформирования поверхностного слоя волокна, м;  $b$  – ширина зоны деформирования поверхностного слоя волокна, м;  $h_a$  – толщина поверхностного слоя волокна, в котором происходит диссоциация энергии при трении, м;  $V_a$  – объем, характеризующийся параметрами деформации материала (протяженностью контакта),  $\text{м}^3$ ;  $v_a = \pi D_\Gamma n_\Gamma$  – линейная скорость волокна,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $D_\Gamma$  – диаметр главного барабана по вершинам зубьев гарнитуры, м;  $n_\Gamma$  – частота вращения главного барабана,  $\text{с}^{-1}$ ;  $v_6 = \pi D_\Pi n_\Pi$  – линейная скорость барабана,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $D_\Pi$  – диаметр приемного барабана по вершинам

зубьев гарнитуры, м;  $n_\Pi$  – частота вращения приемного барабана,  $\text{с}^{-1}$ ;  $v_B = (v_{\text{вл}} + v_{\text{вп}})/2$  – виброскорость приемного барабана,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $v_{\text{вл}}$  – виброскорость левой опоры приемного барабана,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $v_{\text{вп}}$  – виброскорость правой опоры приемного барабана,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Трибореологический параметр  $w_T$  учитывает физиологическое состояние структуры перерабатываемого материала, фрикционные особенности трибологического процесса, условия контактного взаимодействия волокна (индентора) и пыльчатой гарнитуры приемного барабана (контртела). Значение этого параметра определяется из уравнения

$$w_T = \mu_0 S_3, \quad (3)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения волокна о гарнитуру рабочего органа;  $\rho$  – плотность волокнистого материала,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ;  $S_3 = a d_B$  – площадь поверхности контакта зуба гарнитуры и волокна (четыреугольник ABCD на рис.1),  $\text{м}^2$ ;  $a$  – длина рабочей площадки (границы) зуба, м;  $d_B$  – поперечный размер волокна, м.

Важной энергетической характеристикой рассматриваемого процесса является плотность энергии вибротрибологического контакта волокна с зубом гарнитуры барабана. Она представляет собой величину, равную отношению работы, совершаемой взаимодействующими элементами при фрикционном контакте, к деформируемому объему  $V_a$  волокнистого материала.

Уравнение для определения плотности энергии имеет вид

$$w_a = 4\mu_0 S_3 n_\Pi^2 \arccos \frac{R_\Pi}{\sqrt{R_\Pi^2 + \frac{R_\Pi (v_{\text{вл}} + v_{\text{вп}})^2}{a_{\text{вл}} + a_{\text{вп}}}}}, \quad (4)$$

где  $w_a$  – плотность энергии вибротрибологического контакта,  $\text{Дж}\cdot\text{м}^{-3}$ ;  $R_\Pi$  – радиус приемного барабана, м;  $a_{\text{вл}}$  – виброускорение левой опоры приемного барабана,

$\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ ;  $a_{\text{вп}}$  – виброускорение правой опоры приемного барабана,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ .

Для определения параметров вибрации конструктивно сопряженных рабочих органов используется технология неразрушающего непрерывного контроля. Ее техническая реализация основана на применении диагностического комплекса, структурная схема которого представлена на рис. 2.

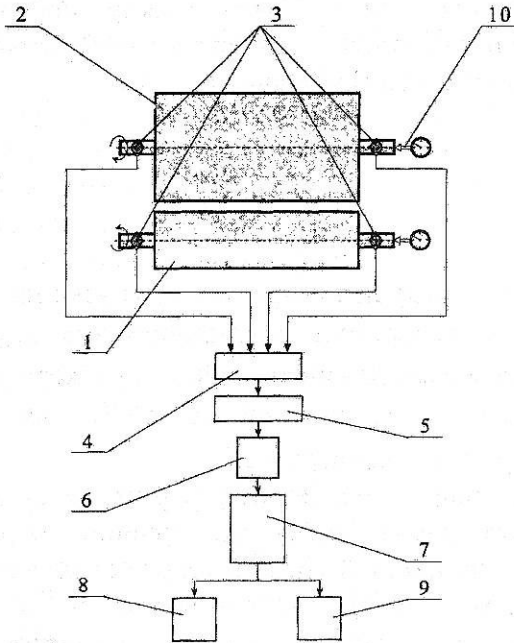


Рис. 2

При исследовании комплекс устанавливается вблизи кардочесальной машины. На опорах приемного 1 и главного 2 барабанов фиксируются регистрирующие элементы 3. Ими являются пьезоэлектрические виброизмерительные преобразователи, работа которых основана на принципе прямого пьезоэффекта.

Состав приборного оснащения комплекса включает коммутатор 4, устройство дистанционного управления 5, измеритель 6, системный блок компьютера 7, монитор 8 и принтер 9. Для измерения частоты вращения рабочих органов используется тахометр 10 [4].

Разработанная авторами диагностическая технология успешно прошла произ-

водственные испытания в условиях АО "Родники – Текстиль" на кардочесальных машинах ЧМ-50, CZ-694 и оборудовании для регенерации отходов хлопчатобумажного и швейного производств [5].

## ВЫВОДЫ

1. Получены формулы для расчета интенсивности контактного взаимодействия волокнистого материала с пильчатой гарнитурой приемного барабана кардочесальной машины.

2. Показано, что величина плотности энергии вибротрибологического контакта зависит от свойств перерабатываемого волокнистого материала (индентора), конструктивных параметров рабочего органа (контртела) и условий их контактного взаимодействия.

3. Разработан приборный комплекс для определения параметров вибрации рабочих органов кардочесальной машины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев В.А. Теоретико-экспериментальное обоснование новых методов и средств стабилизации технического состояния кардочесальных машин: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2001.

2. Фляйшер Г. К вопросу о количественном определении трения и износа. – В кн.: Теоретические и прикладные задачи трения, износа и смазки машин. – М.: Наука, 1982. С. 285...296.

3. Комлев А.Ю., Коробов Н.А. Оценка вибротрибологического состояния ротационного штапелятора // Юбилейн. сб. научн. тр.: Теория и практика процессов прядения. – Иваново: ИГТА, 2002. С.93...97.

4. Комлев А.Ю., Коробов Н.А., Лопатин П.Н. Компьютерный диагностический комплекс. – Иваново: ЦНТИ, 2002, № 10-007. – 4с. – Информ. листок.

5. Комлев А.Ю., Коробов Н.А. Вибрационная диагностика оборудования для регенерации отходов хлопчатобумажного и швейного производств. – Деп. в ООО "Легпроминформ" 25.06.2001, № 4017-ЛП.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 01.10.02.