морфологических моделей, используя модуль МоЭА_ММ. Для этого он выбирает критерии оценки морфологических моделей, например, «известные системы» и «новые системы» и с этих точек зрения выделят выбранным цветом ветви дерева «новые морфологические модели». В результате формируется подмножество новых технологических или технических решений в виде морфологических моделей.

Модуль автоматизированной оптимизации МоАОпт_ММ позволяет в автоматизированном режиме после задания пользователем критериев оценки ММ (они могут быть выбраны из архива критериев) осуществить отбор наиболее эффективных морфологических моделей. В качестве метода оптимизации в данной версии системы используется алгоритм Парето-оптимизации. В результате образуется подможество Парето-эффективных морфологических моделей.

Испытания системы «Эврика» осуществлялось для различных текстильных систем: текстильная ткань, трикотаж, волокнисто-нитяные потоки, структурные схемы и модели чесальных систем, проектирование новых способов получения пряжи, разработка нового способа штапелирования химических нитей, проектирование виртуальных моделей волокнистых потоков. Система «Эврика» также использовалась для проектирования компонентов технологической компьютерной среды и оценки направлений развития самой системы «Эврика». Система использовалась также в учебном процессе. Результаты испытания системы «Эврика» показали, что она позволяет более глубоко и гибко анализировать разнообразные технологические системы, сделать структурный анализ и синтез технологических систем более эффективным и обоснованным.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КОНТУРНОГО ДВИЖЕНИЯ НИТИ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРЯДИЛЬНОЙ КАМЕРЫ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

В.Г. Буткевич
УО «Витебский государственный технологический университет»

При решении задачи стабилизации процесса формирования нити в рабочей зоне камеры пневмомеханической прядильной машины необходимо достигнуть постоянства характеристик процесса для более или менее продолжительного периода безобрывности работы. Однако для камер с секторной подачей воздушно волокнистого потока в рабочую зону (ППМ-240; БД-200 и др.) имеет место аэродинамический удар при пересечении данного потока с радиальным участком формируемой пряжи. Это приводит к появлению зоны неустановившегося движения.

Трудности решения задач, связанных с анализом неустановившихся нестабилизированных движений нити с математической точки зрения заключается в том, что если для анализа стационарных процессов обычно бывает достаточно обратиться к обыкновенным дифференциальным уравнениям, и притом нередко даже имеющим постоянные коэффициенты, то математический аппарат, применяемый для исследования неустановившихся движений требует обращение к уравнениям с частными производными и задание не только начальных, но и граничных условий.

Для камеры пневмотехнической прядильной машины дифференциальные уравнения движения нити будут иметь вид:

$$\frac{1}{\mu_0}\frac{d}{ds}\left(T\frac{dx}{ds}\right) = -x\omega^2 - 2\omega\frac{dy}{dt} + \frac{d^2x}{dt^2};$$

$$\frac{1}{\mu_0}\frac{d}{ds}\left(T\frac{dy}{ds}\right)=-y\omega^2-2\omega\frac{dx}{dt}+\frac{d^2y}{dt^2};$$

$$\frac{1}{\mu_0}\frac{d}{ds}\left(T\frac{dz}{ds}\right)+g=\frac{d^2z}{dt^2};$$

$$\left(\frac{dx}{ds}\right)^2+\left(\frac{dy}{ds}\right)^2+\left(\frac{dz}{ds}\right)^2=1$$

Данные уравнения предполагают вращающуюся вокруг вертикальной оси Z систему координат, причем ось Z направлена вниз.

Решение этой системы должно удовлетворять как начальным условиям, дающим координаты и скорости точек нити, а также распределение натяжения по длине в начальный момент, так и граничным условиям на концах: $X(0;t)=Y(0;t)=0$; $T(l;t)=0$.

Данная задача является задачей для бесконечной области с отодвиганием границ в бесконечность и одновременно задачей без начальных условий как частный случай задачи с наложенными как начальным, так и граничными условиями.

В работах Ляпунова В.П. отмечается, что если решение краевой задачи непрерывно зависит от начальных условий, то появляется своеобразное понятие устойчивости - корректности ее постановки: если два решения уравнения $U_1(x;t)$ и $U_2(x;t)$ соответствующие двум различным начальным условиям и построенные для какого-то интервала времени, сколь угодно мало отличаются между собой, т.е. соблюдается требование:

$$|U_1(x;t)-U_2(x;t)|<\varepsilon$$

где ε - сколь угодно малое положительное число при условии, что начальные значения.

$$U_1(x;0)=\varphi_1(x),\quad U_{11}(x;0)=\phi_1(x)$$
$$U_2(x;0)=\varphi_2(x),\quad U_{21}(x;0)=\phi_2(x)$$

также по своим разностям не превосходит некоторой малой величины ε, т.е.

$$|\varphi_1(x)-\varphi_2(x)|<\varepsilon; \qquad |\phi_1(x)-\phi_2(x)|<\delta;$$

При определенных границах малого δ, поставленных в зависимости от величины ε, то краевая задача поставлена корректно. В данном случае математически условие корректности имеет большое сходство с формулировкой условия устойчивости в смысле Ляпунова.

Рассмотрим только малые отклонения от оси Z, когда можно считать, что $y'<<1$ и $Z'<<1$. Тогда $Z\approx S'$, и следовательно

$$T=\mu g\,(l-s),$$

где l - длина нити.

С учетом этого имеем

$$g\frac{d}{ds}\left[(\ell-s)\frac{dx}{ds}\right]=-x\omega^2-2\omega\frac{dy}{dt}+\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$g\frac{d}{ds}\left[(\ell-s)\frac{dy}{ds}\right]=-y\omega^2+2\omega\frac{dx}{dt}+\frac{d^2y}{dt^2}$$

Запишем уравнения в виде:

$$a_{11}\frac{d^2U}{dt^2}+2a_{12}\frac{d^2U}{dtds}+a_{22}\frac{d^2U}{ds^2}+F\left(S;t;U;\frac{du}{dt};\frac{dU}{ds}\right)=0;$$

имеем:

$$\frac{d^2x}{dt^2} - g(\ell - s)\frac{d^2x}{ds^2} + g\frac{dx}{ds} - 2\omega\frac{dy}{dt} - x\omega^2 = 0$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} - g(\ell - s)\frac{d^2y}{ds^2} + g\frac{dy}{ds} - 2\omega\frac{dx}{dt} - y\omega^2 = 0$$

или

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} - g(\ell - s)\frac{d^2\varphi}{ds^2} + g\frac{d\varphi}{ds} - 2\omega_i\frac{dy}{dt} - \varphi\omega^2 = 0$$

где $\varphi = x + iy$.

В нашем случае $a_{11}=1$; $a_{12}=0$; $a_{22}=-g(l-s)$.

Признаком гиперболичности уравнения является требование

$$a_{12}^2 - a_{11}a_{22} > 0;$$

$$g(l-s) > 0.$$

Таким образом, при $S < l$ уравнения будут гиперболическими, а постановка задачи корректной.

Так как нить имеет длину l, то отсюда вытекает, что рассматривается задача поставлена корректно.

При $S > l$ имеет вид $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} < 0$ и уравнение движения становится в области $S > l$ эллиптическим. Физический смысл некорректности в данном случае очевиден: при этом $T = \mu g(l-s) < 0$, а отрицательное натяжение (сжатие) нити не соответствует никаким реальным ее формам.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИГЛ СЪЕМНОГО ГРЕБНЯ С ВОЛОКНОМ ПРИ КАРДОЧЕСАНИИ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ЛЬНЯНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ

В.Г. Буткевич, А.Г. Коган
УО «Витебский государственный технологический университет»

Кардочесание является одним из наиболее важных этапов формирования нетканых полотен из текстильных технологических отходов.

Конечная цель процесса чесания – получить из смеси волокон, состоящей из клочков, сформированный однородный продукт.

Для решения задачи получения нетканых полотен с использованием отходов льняного волокна был использован базовый кардочесальный аппарат Ч-22-Ш, установленный на фабрике нетканых материалов ОАО «Витебские ковры». В процессе работы исследованию подвергались основные технологические переходы, осуществляемые на аппарате: питания, предварительного кардочесания, основного кардочесания, формирования холста.

Оптимальная работа питателя-самовеса важна при переработке смесей, содержащих волокна со значительно отличающимися физико-механическими свойствами (отходы льняных волокон).

Наиболее важным технологическим переходом питателя-самовеса является этап съема волокон съемным гребнем с игольчатой наклонной решетки. Именно в этой зоне при неполном съеме происходит рассортировка волокон. Это приводит, кроме того,