

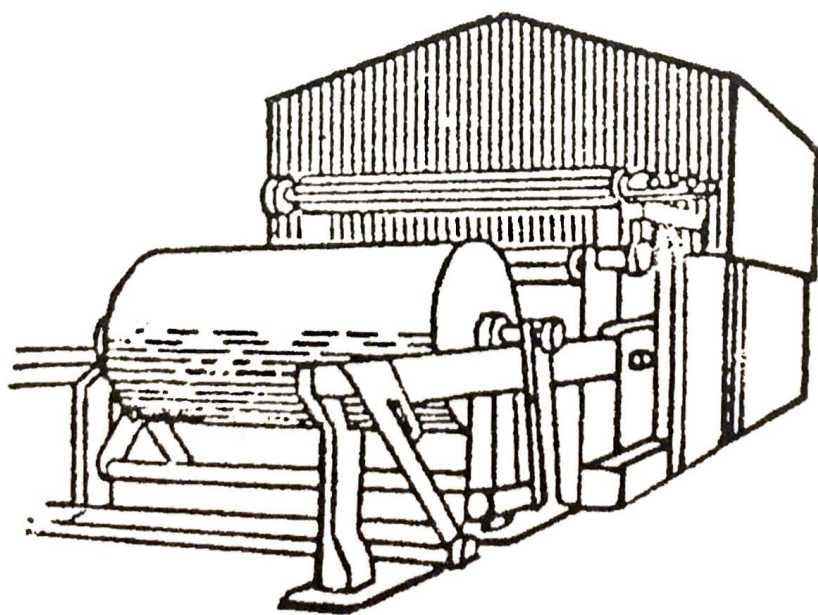
ISBN 5-230-14260-X



СПбГТУ РП

Межвузовский сборник
научных трудов

МАШИНЫ И АППАРАТЫ
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО
ПРОИЗВОДСТВА



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ 1996

Э.В.ШЕМЯКИН, В.В.ЧУМИЧЕВ, Ю.П.СОЛОПОВ. Устойчивость элементов конструкций из бумаги и картона.....	76
Э.В.ШЕМЯКИН, В.В.ЧУМИЧЕВ, Ю.П.СОЛОПОВ. Влияние технологических и конструктивных параметров тары на устойчивость.....	80
Е.Ю.СЕРГЕЕВ, Г.Ю.БУТКО, А.О.НИКИФОРОВ. Моделирование химического реактора для получения составов, применяемых при консервации бумаги.....	84
Е.Ю.СЕРГЕЕВ. Оборудование для обработки документов стабилизирующими составами с целью повышения долговечности.....	88
О.Н.ПАВЛОВА. Оценка параметров распределения Вейбулла для прогнозирования электрической прочности бумаги.....	92
С.Г.РЫБАКОВ. К вопросу о контроле оптических свойств материалов в ЦБП.....	96
Е.П.ДЯТЛОВА, Г.А.КОНДРАШКОВА, А.В.ЧЕРНИКОВА. К проблеме использования информационно – измерительных технологий для управления в ЦБП.....	101
В.А.ДОРОНИН, В.Н.СУРИКОВ, А.С.БЛЮМ. О предотвращении резонанса в контурах регулирования технологическими параметрами.....	105
В.А.ДОРОНИН, С.А.ЗАЙЦЕВ. Анализ безопасности работы сложного технологического объекта целлюлозно – бумажного производства.....	110
В.А.СУСЛОВ, В.Ю.БОЙКОВ. Экспериментальная установка для исследования теплоотдачи при кипении гравитационно-стекающей пленки жидкости.....	116
В.В.СЕЛЕДЧИК, В.П.БАРАНОВСКИЙ, Г.П.КАБАНОВ. Расчет корпусов ящиков с гидропланками.....	120
Ю.И.КАДАШЕВИЧ, С.П.ПОМЫТКИН. Новые принципы составления определяющих уравнений эндохронной теории пластичности при конечных деформациях.....	124
А.М.ПЕЙСАХОВ, С.П.ПОМЫТКИН, А.С.СЕМЕНОВ. Решение задачи простого сдвига при больших деформациях в рамках эндохронной теории пластичности.....	128
А.Н.КИРИЛЛОВ, В.М.БУРЕ. Динамика структур сложных систем машин и аппаратов ЦБП.....	133
В.С.КЛЕЕВ, Е.А.КИРИНА, Б.Е.МЕЛЬНИКОВ. Методика расчета циклических нагрузений по эндохронной теории неупругости.....	138
Е.Г.ПИВОНОВ, А.В.БУЛЬЧЕВ, М.Г.ПОТАЛИЦЫН. О некотором опыте использования капролона и фторопласта в ЦБП.....	143
В.А.ЛЕВИН, А.А.ТИМОФЕЕВ, И.А.АНДРЕЕВ. Анализ программного обеспечения процессов автоматизированного черчения и конструирования ЦБП.....	148
В.А.ДОРОНИН, С.А.ЗАЙЦЕВ. Выбор алгоритма автоматической системы защиты АСЗ процесса регенерации щелока в СРК.....	153
С.И.ДМИТРИЕВА, О.К.ФЕДОРОВ, Д.О.ФЕДОРОВ. К вопросу о пристенном течении волокнистой суспензии.....	158

А.Н.Кириллов

Санкт-Петербургский государственный
технологический университет расти-
тельных полимеров

В.М.Буре

Санкт-Петербургский государственный
университетДИНАМИКА СТРУКТУР СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
МАШИН И АППАРАТОВ ЦЕЛ

Математическое моделирование сложных систем оборудования ЦЕЛ сталкивается с известной проблемой выбора между более адекватной моделью, учитывающей многие факторы, и менее адекватной, отражающей лишь общий характер процесса [1]. Первый тип моделей отличается усложненным аналитическим описанием. Их исследование, даже численное, не говоря уже о качественном, представляет непреодолимые трудности. Поведение второго типа моделей исследовать значительно легче, но остается сомнительным вопрос об их применимости с целью прогнозирования или управления, вследствие грубости лежащих в их основе допущений. В связи с этим возникает проблема достижения компромисса между адекватностью и простотой математической модели. В данной статье в качестве такого компромисса предлагается использовать подход, основанный на понятии системы с переменной размерностью фазового пространства, введенном одним из авторов [2].

Рассмотрим применение этого подхода на примере математического моделирования бумагоделательной машины (БДМ) как объекта управления массой 1 м^2 бумажного полотна. Известно, что БДМ представляет собой сложную систему взаимосвязанных технологических процессов различной физической природы [3]. Для упрощения моделирования обычно осуществляют декомпозицию системы на независимые подсистемы. Для мокрой части БДМ такими подсистемами являются: узел подготовки массы и ее движение через сортировки к напорному ящику; напорный ящик и система рециркуляции через гидрозатвор и подсеточную ванну; регистровая часть БДМ [3]. Анализ такой декомпозиции позволяет сделать вывод о недостаточной адекватности данной сложной системы реальному процессу вследствие наличия взаимосвязей между подсистемами. Математическую модель БДМ можно представить в виде системы дифференциальных уравнений. В соответствии с рассматриваемым в

статье подходом предлагается записать эту систему следующим образом:

$$\dot{x}_k = f_k(x_k) + p_k g_k(x) \quad (1)$$

$$\dot{p}_k = h_k(p, x), \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

где x_k ℓ -мерный вектор фазовых переменных с компонентами $x_k^i, i = 1, 2, \dots, \ell$; x - N -мерный вектор с компонентами x_k ; $f_k(\cdot)$ - вектор-функции, характеризующие динамику подсистем ВДМ в случае их независимости; $g_k(\cdot)$ - вектор-функции, описывающие динамику взаимосвязей подсистем, причем размерности f_k, g_k равны размерности вектора x_k ; p_k - скалярная переменная, характеризующая степень интенсивности взаимосвязей подсистем; p - вектор с компонентами p_k .

Опишем теперь динамику системы (1)-(3). Если $p_k \leq \epsilon_k$, то считаем, что k -я подсистема независима от других и описывается уравнением $\dot{x}_k = f_k(x_k)$. Если $\epsilon_k < p_k$, то считаем, что k -ая подсистема связана с другими подсистемами, фазовые переменные которых входят в состав вектора x , и тогда эта подсистема описывается уравнением (1). Уравнения (2) задают динамику изменения во времени интенсивностей взаимодействия подсистем. Здесь $0 < \epsilon_k$, ϵ_k - некоторые заданные постоянные. Таким образом, в предельном случае, когда $p_k \leq \epsilon_k$ для всех k система распадается на несвязанные между собой подсистемы, т.е. происходит ее полная декомпозиция, что соответствует рассмотренной в [3] модели. В остальных же случаях соотношений между p_k и ϵ_k в модели (1)-(3) учитываются возникающие или исчезающие взаимосвязи подсистем.

В качестве примера получения уравнений (2) рассмотрим двумерную математическую модель:

$$\begin{aligned} \dot{y}_1 &= f_1(y_1) + a_1(t)g_1(y_1, y_2), \\ \dot{y}_2 &= f_2(y_2) + a_2(t)g_2(y_1, y_2), \end{aligned}$$

где y_1, y_2 - скалярные фазовые переменные; $a_1(t), a_2(t)$ - нестационарные параметры. Будем считать, что $a_1(t), a_2(t)$ изменяются скачкообразно, с учетом влияния предистории на динамику системы:

$$a_i(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } \int_{t_0}^t h_i(y_1(\tau), y_2(\tau)) d\tau \leq m_i \\ \bar{a}_i, & \text{при } \int_{t_0}^t h_i(y_1(\tau), y_2(\tau)) d\tau > m_i \end{cases}$$

где \bar{a}_i, m_i - заданные постоянные; $i = 1, 2$. Тогда, если ввести переменные $p_i(t)$, согласно формулам:

$$p_i(t) = \int_{t_0}^t h_i(y_1(\tau), y_2(\tau)) d\tau,$$

то получим систему дифференциальных уравнений:

$$\dot{p}_i = h_i(y_1, y_2), \quad i = 1, 2,$$

имеющую указанный выше смысл. В рассмотренном примере учитывается нестационарность, влияние предыстории, изменение структуры модели. Возникает задача исследований устойчивости структуры математической модели.

Таким образом, предложен подход к построению математических моделей сложных систем ЦБГ, учитывающий динамику изменения их структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов А.Н., Бсупов Р.М. Об оценке адекватности моделей объектов в задачах управления // Тр./Вики им.А.Ф.Можайского.Л., 1978. Вып.592.С.18-21.
2. Кириллов А.Н. Системы с переменным фазовым пространством в моделировании процессов биологической очистки // Тезисы докладов 4-й школы "Математические проблемы экологии", Душанбе/Читинский политехнический институт. Чита, 1991. С.44.
3. Зорин И.Ф., Петров В.П., Рогольская С.А. Управление процессами целлюлозно-бумажного производства. М.: Лесная промышленность, 1981. 272с.