

описывает взаимосвязь коэффициента проскока частиц со структурными характеристиками исследованных трикотажных фильтровальных материалов, что подтверждается невысокими значениями отклонения коэффициента проскока частиц, полученного экспериментально, от его расчетного значения (до 3,7 %).

Таблица – Исходные данные для расчета коэффициента проскока частиц

Наименование показателя	Вариант трикотажного фильтровального материала			
	1	2	3	4
Число петельных столбиков на 10 см	117	116	118	114
Число петельных рядов на 10 см	148	186	182	189
Толщина материала, мм	0,90	0,80	0,68	0,63
Поверхностное заполнение, доля	0,9997	0,9998	0,9999	0,9999
Объемное заполнение, доля	0,731	0,813	0,974	0,990
Коэффициент соотношения минимальных размеров пор в материале и частиц аэрозоля	0,745	0,830	0,170	0,074
Коэффициент проскока частиц, рассчитанный по формуле (2)	0,0106	0,0058	0,001	0,001
Коэффициент проскока частиц, полученный экспериментально	0,011	0,006	0,001	0,001
Относительное отклонение, %	3,7	3,4	0	0

Список использованных источников

1. Коган, М.А. Методика определения фильтрующей способности текстильных фильтровальных материалов / М.А. Коган, И.Г. Черногузова // Метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация в сфере услуг: междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; ред. кол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2006. – С. 42-45.

УДК 677. 025

**ХАОТИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*А.А. Науменко*

*УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Первичным качеством любой системы является ее устойчивость. Она объединяет различные свойства: стойкость к воздействию внешних факторов, стабильность, надежность и т.д. Как свойство устойчивость проявляется в ответах системы на возмущения различного типа. Для технологических систем в трикотажном производстве изначально малые отклонения их параметров с течением времени могут существенно возрасти. Тем не менее, многие технологические системы рассеивают действие возмущений и восстанавливают стандартное состояние. Эта особенность - принципиальная предпосылка их устойчивости. Понятно насколько важно установить обладает ли конкретная технологическая система подобным свойством. Насколько важна устойчивость видно из утверждения о том, что системы, не обладающие таким качеством, не способны существовать [2, 3].

В общих случаях причины потери устойчивости оказываются либо вне системы, либо связаны с ней самой. Формы потери устойчивости хорошо изучены к настоящему времени для однопараметрических систем и в определенной степени - для двухпараметрических, т.е. систем, состояние которых зависит от одного и двух параметров. Таких форм несколько [4],

и для их рассмотрения используются фазовые портреты, т.к. изменение характера или потерю устойчивости вызывает их перестройку.

С середины 60-х годов было обнаружено, что в системах может возникать режим, который не является ни состоянием равновесия, ни предельным циклом. Этот режим получил название странный аттрактор [5]. Странные аттракторы обуславливают одну из форм потери устойчивости - хаотизацию состояния системы.

Во многих процессах трикотажного производства известны явления, которые есть основания рассматривать как хаотизацию. При этом режим функционирования системы, который характерен сложными, нерегулярными колебаниями переменных ее состояния, должен расцениваться как самостоятельный, не являющийся отражением каких-либо ее несовершенств или обусловленный стечением обстоятельств. Он может и должен, как отмечается в [4], изучаться наравне с другими режимами, т.к. в принципе определяется основными уравнениями задачи, а не случайными воздействиями.

В свете обсуждения устойчивости легче понять некоторые реакции реальных систем, трудно объяснимые с других точек зрения, как то: внезапное снижение уровня управляемости, резкие перепады дисперсии характеристик системы, спонтанные колебания производительности и доли отходов и т.п. Обратим еще внимание на то, что возможность потери устойчивости при определенных условиях открывает путь переходным явлениям в системах, включая технологические.

Особый интерес представляет поведение систем при больших возмущениях. В трикотажном производстве ситуации, в которых возникают такие возмущения, отнюдь не редки. Они могут быть обусловлены необходимостью переработки сырья пониженного качества, при работе в условиях, когда температура и влажность окружающей среды значительно отличаются от нормативных значений, при вынужденном использовании обслуживающего персонала недостаточно высокой квалификации, при ошибках в принятии решений по управлению технологическими системами и др. Отметим, что ввиду отсутствия общего причинного механизма, действие которого неизменно придавало бы технологической системе способность быть устойчивой, имеет смысл искать достаточные условия устойчивости, а применительно к реальным системам оценивать их выполнимость. С другой стороны, полезно иметь пусть даже и слабые критерии, но позволяющие различать реальные системы по степени устойчивости.

Технологические системы в трикотажном производстве – это подвижные образования, способные изменять во времени свои даже наиболее общие свойства. Рассмотрим простейший пример технологической системы применительно к чулочному производству. Представим такую систему в виде чулочного автомата, вырабатывающим изделия определенного вида, например, чулки арт. 1322 из капроновой нити линейной плотности 2,2 текс (Витебское ОАО “КИМ”). Рассмотрим в качестве параметра данной системы отклонение  $\Delta L$  длины изделий от установленного значения. Точечная диаграмма временного ряда, состоящего из 100 значений  $\Delta L$ , изображена на рисунке 1. На ней точки соединены отрезками прямых для большей выразительности.

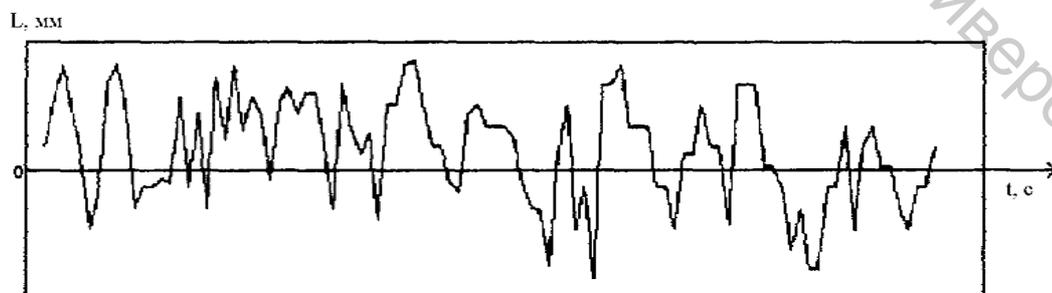


Рисунок 1 - Точечная диаграмма изменений во времени отклонений длины чулок арт. 1322 в процессе их последовательной выработки на круглочулочном автомате

Дадим общую качественную оценку информативности представленной диаграммы с двух позиций: теории случайных функций и теории устойчивости систем. С позиций теории случайных функций (ТСФ) на рисунке 1 показана реализация случайного процесса, т.к. картина изменений величины  $\Delta L$  типична для случайных колебаний. Они совершаются относительно нулевого уровня, который можно рассматривать как математическое ожидание случайной функции, описывающей зависимость  $\Delta L$  от времени. Т.к. интенсивность случайных колебаний названного параметра также примерно постоянна во времени, то имеются все основания сказать: перед нами реализация решетчатой стационарной случайной функции. Итак, в рамках ТСФ процесс выработки изделий указанного вида - стационарный. Но возникает вопрос: является ли устойчивым то состояние рассмотренной технологической системы, в котором получаемые изделия имеют нулевое отклонение от заданной длины? С позиций ТСФ такое состояние устойчиво, ибо, судя по реализации на рисунке 1, величина  $\Delta L$ , претерпевая колебания относительно нулевого уровня, в среднем не уходит от него надолго. Частота положительных и отрицательных отклонений практически одинакова, и они ограничены по уровню. Таким образом, с позиций ТСФ данная технологическая система в состоянии  $\Delta L = 0$  устойчива.

Выясним теперь, что можно увидеть в той же системе с позиций теории устойчивости. Используя последовательность ординат диаграммы, изображенной на рисунке 1, построим фазовый портрет соответствующей системы в двумерном фазовом пространстве. Введем фазовые переменные  $\Delta L_i$  и  $\Delta L_{i+1}$ . При этом  $i=1,2,3,\dots,100$ , т.е. первая точка фазового портрета имеет координаты  $\Delta L_1, \Delta L_2$ , вторая -  $\Delta L_2, \Delta L_3$ , последняя -  $\Delta L_{99}, \Delta L_{100}$ . Полученный фазовый портрет для описанной технологической системы представлен на рисунке 2.

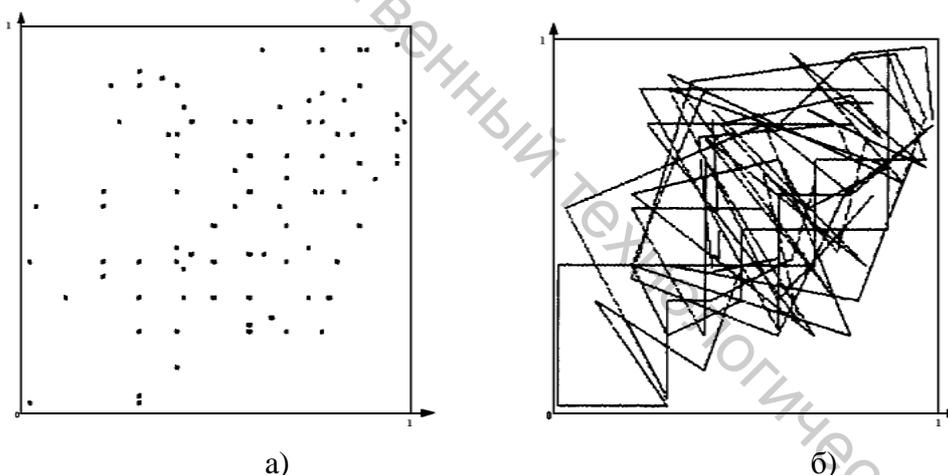


Рисунок 2 - Фазовые портреты технологической системы, реализуемой круглочулочным автоматом, вырабатывающим чулки арт. 1322:

а) образованный фазовыми точками; б) образованный условной фазовой траекторией.

Фазовый портрет рассматриваемой технологической системы позволяет увидеть важную особенность поведения системы, практически неразличимую на точечной диаграмме. Эта особенность заключается том, что любое ее состояние, не исключая и стандартное ( $\Delta L=0$ ), не более устойчиво, чем остальные. На фазовом портрете мы не обнаруживаем каких-либо сгущений фазовых точек, что свидетельствовало бы о наличии притягивающих областей состояний. Поэтому любую из точек фазового портрета можно интерпретировать как неустойчивую. Иными словами, систему можно видеть как теряющую устойчивость буквально на каждом шагу, т.к. на фазовом портрете не просматриваются внутренние механизмы, которые удерживали хотя бы по вероятности значения фазовой переменной  $\Delta L$  вблизи стандартного состояния  $\Delta L=0$ .

Совсем иную картину мы видим в другом примере. На рисунке 3 изображена точечная диаграмма последовательности значений отклонения длины тех же капроновых чулок арт. 1322, но выработанных на другом чулочном автомате, имеющим лучшее техническое состояние, из нитей той же линейной плотности, но другого поставщика.

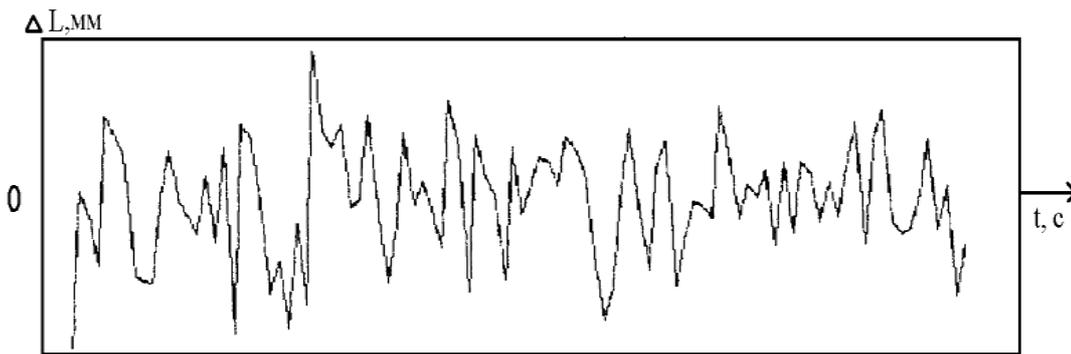


Рисунок 3 - Точечная диаграмма изменений во времени отклонений длины чулок арт. 1322 в процессе их последовательной выработки на круглочулочном автомате с улучшенным техническим состоянием

Диаграмма, как и в предыдущем примере, содержит 100 точек. Вид ее качественно неотличим от вида диаграммы на рисунке 1. Однако фазовый портрет системы, построенный с использованием тех же фазовых переменных, что и в предыдущем примере (рис. 2), выявляет иную картину. Портрет системы теперь содержит область сгущения точек, расположенную вокруг точки, в которой система имеет стандартное состояние. А это указывает на существование области притягивающих состояний системы, свидетельствующей о ее устойчивости. Теперь уже нельзя рассматривать систему как теряющую устойчивость на каждом шагу. Напротив, о каждой фазовой точке есть основание говорить, что самым вероятным направлением перехода состояния системы после того, как она покинет эту фазовую точку, будет направление к стандартному состоянию. Следовательно, в данном примере мы встречаемся с ситуацией, в которой технологическая система может рассматриваться как устойчивая. Она, хотя и испытывает хаотические колебания своего состояния, имеет притягивающее множество состояний, близких к стандартному, в котором  $\Delta L = 0$ .

Сравнивая оба примера, можно отметить, что во втором степень хаотичности состояния системы существенно меньшая, чем в первом. Это очевидно связано с большей устойчивостью системы, имеющей достаточно выраженное притягивающее множество состояний, по сравнению с той, которая такого множества не имеет. Таким образом, не лишено смысла предположить, что один из механизмов хаотизации технологических систем тесно связан с явлением потери и восстановления их устойчивости. Когда уход системы от состояния равновесия и возвращение к нему равновероятны (или, по меньшей мере, приблизительно равновероятны), хаотическое состояние системы претендует на роль наиболее естественного.

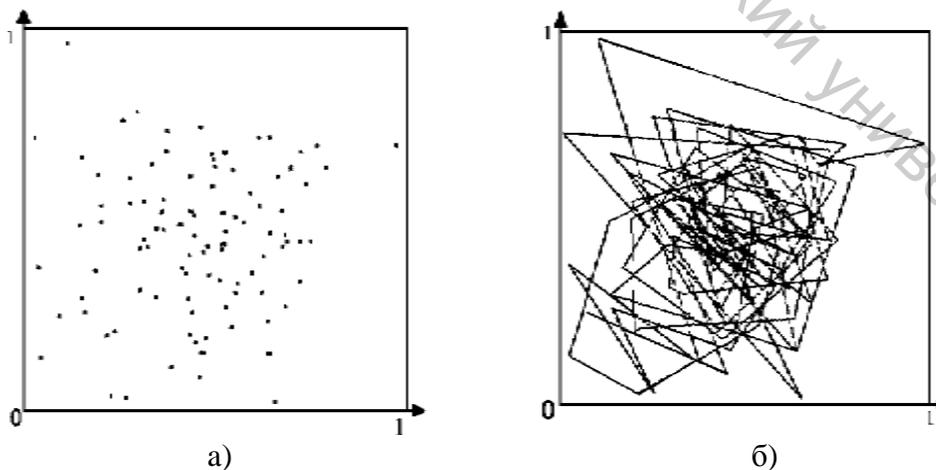


Рисунок 4 - Фазовые портреты технологической системы, реализуемой круглочулочным автоматом, вырабатывающим чулки арт. 1322:

а) образованный фазовыми точками; б) образованный условной фазовой траекторией

При появлении притягивающего множества состояний системы наступает асимметрия возможностей в ее поведении и как следствие снижение уровня хаотичности в изменениях параметра (или параметров) ее состояния.

Рассмотренные примеры демонстрируют информативность анализа технологических систем с позиций теории устойчивости, в рамках которой хаотическое поведение - не следствие внешних влияний, а присущее системе поведение, обусловленное ее особенностями.

Список использованных источников

1. Математическая энциклопедия. В 5 т. Т. 5 / гл. ред. Виноградов И. М. – Москва : Советская энциклопедия, 1977–1985. – 1247.
2. Надежность и эффективность в технике : справочник. Т. 1. Методология, организация, терминология / под ред. Рембезы А. И. – Москва : Машиностроение, 1986. – 224 с.
3. Николис, Г. Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин. – Москва : Мир, 1990. – 342 с.
4. Арнольд, В. И. Теория катастроф / В. И. Арнольд. – Москва : Наука, 1990. – 128 с.
5. Постон, Т. Теория катастроф и ее приложения / Т. Постон, И. Стюарт. – Москва : Мир, 1980. – 608 с.

УДК 677.075.567

**К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО  
ТРИКОТАЖНОГО МЕХА С ВЛОЖЕНИЕМ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ  
ВОЛОКОН**

*В.Е. Сыцко, К.И. Локтева, Л.В. Целикова*

*УО «Белорусский торгово-экономический университет  
потребительской кооперации», г. Гомель, Республика Беларусь*

Изменения, которые прошли в социально-экономическом положении Беларуси за последнее десятилетие XX века, вызвали переоценку многих теоретических положений в различных областях науки и практических путей их претворения в жизнь. Одним из таких положений было установление приоритета проблемы производства товаров над их распределением и реализацией. Этот приоритет вполне объясним для дефицитной экономики, характеризующейся неудовлетворительным спросом из-за преобладания его над потребностями.

Переход к рыночной экономике позволил насытить рынок товарами отечественного и импортного производства. В 2008 году степень насыщенности рынка товарами составила 90-100% по разным однородным группам. В связи с этим возникла проблема сбыта товаров на предприятиях изготовителей и реализации в розничной торговле. Интенсификация коммерческих усилий по сбыту товаров потребовала от предприятий выявления потребности на производимую продукцию. Потребительная ценность товаров, характеризуемая их основополагающими характеристиками, в значительной мере определяет потребительские предпочтения и способствует увеличению продаж.

Кафедра товароведения непродовольственных товаров БТЭУ осуществляет на протяжении 25 лет творческое содружество с ОАО "Белфа" по проблемам расширения выпуска высококачественного конкурентоспособного искусственного трикотажного меха (ИТМ), т.е. с возможностью его реализации по мировым ценам.

Необходимость проведения исследований вызвана тем, что в настоящее время перед отечественной промышленностью стоит проблема замены импортных полиакрилонитриль-