

УДК 667.014.57

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ
КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НАКОПИТЕЛЯ**

М.П. РУДОВСКИЙ, С.В. ПАЛОЧКИН, П.Н. РУДОВСКИЙ

(ООО "Элайдтестинг" г. Москва,
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Костромской государственный технологический университет)

Известно [1], что зависимость сила–деформация для комбинированных нитей в составе с эластановыми нитями носит ярко выраженный нелинейный характер:

$$T = ae^{b\varepsilon+c}, \quad (1)$$

где T – натяжение нити, сН; ε – относительное удлинение нити; a , b и c – эмпирические коэффициенты, являющиеся случайными величинами.

В реальной конструкции накопителя нити для ее термообработки управляющее

воздействие оказывается не на деформацию нити, выходящей из бункера, а на ее натяжение. В случае детерминированной зависимости сила–деформация можно установить однозначное соответствие между натяжением нити и ее деформацией и при анализе работы системы считать, что воздействие оказывается непосредственно на деформацию выходящей нити [2]. В реальном процессе деформация зависит не только от натяжения нити, но и от ее упругих свойств, которые имеют случайный характер.

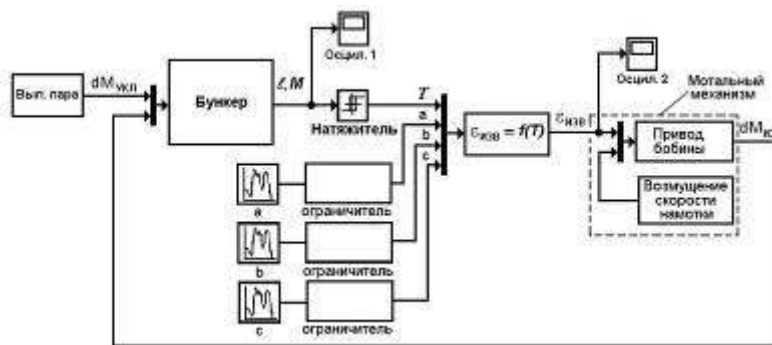


Рис. 1

На рис. 1 представлена схема статистической модели бункера-накопителя, в состав которой в дополнение к детерминированной модели [2] входят следующие блоки: генераторы случайных значений коэффициентов a , b и c , входящих в (1); ограничители этих значений; блок расчета деформации $\varepsilon_{изв}$ нити по соответствующим

единичным значениям a , b , c и T при извлечении ее из бункера.

Генераторы случайных значений реализованы в виде стандартных блоков из пакета моделирования "Simulink", входящего в компьютерную систему "Matlab" [3]. Данные генераторы обеспечивают получение случайных значений коэффициен-

тов a , b и c , распределенных по нормальному закону. При этом задаваемые для ряда СКНЭ средние значения коэффициентов и их среднеквадратического отклонения получены экспериментально по методике, описанной в [1].

Для устранения возможных нарушений в работе программы при значительных отклонениях значений коэффициентов a , b и c от среднего значения в состав модели введены ограничители, которые отсекают значения, выходящие за пределы диапазона $\pm 3\sigma$, где σ – среднеквадратическое отклонение для соответствующего коэффициента. Учитывая, что в названный диапазон попадает 97% значений [4], введенное ограничение не сказывается существенным образом на работе модели.

Блок расчета деформации обеспечивает определение величины $\varepsilon_{\text{изв}}$ при единичных значениях a , b , c и T по формуле

$$\varepsilon = \frac{1}{b} \left(\ln \frac{T}{a} - c \right), \quad (2)$$

полученной путем соответствующих преобразований из (1).

Установлено [2], что основными технологическими факторами, влияющими на работу накопителя, являются значения относительного удлинения нити при извлечении ее из бункера в период его накопления $\varepsilon_{\text{изв(н)}}$ и опорожнения $\varepsilon_{\text{изв(о)}}$, а также снижение g средней скорости извлечения нити по отношению к скорости ее укладки.

Поскольку уровни деформации нити задают значениями ее натяжения, то в качестве факторов в машинном эксперименте по поиску рациональных технологических режимов работы накопителя были использованы: силы натяжения нити при ее извлечении из бункера в период накопления $T_{\text{изв(н)}}$ и опорожнения $T_{\text{изв(о)}}$ и величина g .

Уровни варьирования факторов были выбраны из следующих соображений:

– за нижний уровень натяжения принималось натяжение 5 сН, необходимое для извлечения нити из бункера;

– верхний уровень натяжения принимался равным 30 сН, так как при этом усилии во всех вариантах СКНЭ происходит распрямление петель, и дальнейшая деформация нити осуществляется за счет растяжения натуральных компонентов;

– снижение средней скорости извлечения нити по отношению к скорости ее укладки изменялось в диапазоне от 0,01 до 0,1, так как эти уровни соответствуют границам работоспособности системы регулирования.

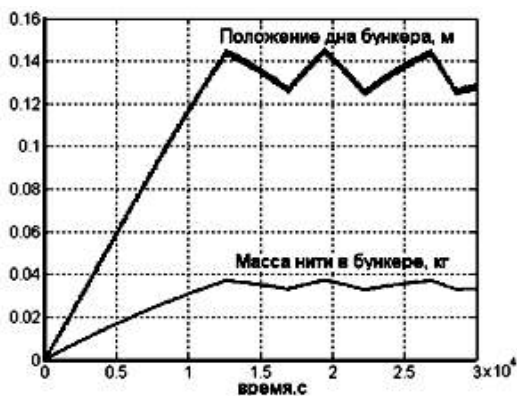
Результаты моделирования были получены в виде графиков изменения положения дна вдоль оси бункера и массы нити в нем.

За наиболее приемлемый режим работы накопителя был принят режим, который обеспечивал продолжительность его стабильной работы в течение более 3,5 ч при возможно меньшей разнице между натяжениями нити $T_{\text{изв(н)}}$ и $T_{\text{изв(о)}}$. Последнее условие было продиктовано условиями формирования намотки.

Уровни варьирования факторов определялись исходя из практической возможности их установки на проектируемом оборудовании. Натяжения изменялись с шагом 5 сН, а снижение скорости – с шагом 1%. Для этого управление натяжителем было реализовано с помощью специальной схемы на основе микропроцессора фирмы "Atmel".

Относительно небольшое количество расчетных точек позволило провести поиск рациональных вариантов просчетом по всем точкам факторного пространства. В процессе просчета значения коэффициентов в деформационной модели принимались постоянными и равными средним значениям.

Определенные таким образом параметры рациональных режимов работы накопителя проверялись на статистической модели. Если при этом случайный характер упругих свойств нити не приводил к нарушению работы системы, то полученные значения технологических параметров принимались в качестве рекомендуемых.



а)



б)

Рис. 2

На рис. 2 (результаты моделирования для варианта СКНЭ №1 при $T_{изв(н)} = 15сН$, $T_{изв(о)} = 5 сН$, $g = 0,04$: а – детерминированная модель; б – статистическая модель) приведены графики изменения положения дна бункера и массы нити в нем, получен-

ные с помощью детерминированной и статистической моделей при рекомендуемых технологических режимах для варианта №1 СКНЭ из числа рассмотренных в настоящей работе видов пряжи (табл. 1 – состав образцов СКНЭ).

Таблица 1

Вариант	Состав образцов		
	1	2	3
1	х/б (29 текс)	х/б (29 текс)	спандекс (5 текс)
2	х/б (14 текс)	льняной (56 текс)	спандекс (5 текс)
3	льняной (42 текс)	текстурированный капрон (2,2 текс)	спандекс (5 текс)
4	ПАН (26 текс)	капроновый (2,2 текс)	спандекс (5 текс)

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного математического моделирования работы накопителя установлено, что: диапазон изменения натяжения нити, при котором период смещения дна соизмерим со временем наработки бобины, составляет 5...30 сН, в результате чего смещение дна существенным образом не влияет на натяжение нити, поступающей в намотку; случайный характер деформационных свойств СКРЭ вносит возмущение в работу накопителя, как систему автоматического регулирования, которые следует учитывать при выборе уровней регулирования натяжения нити; режим работы накопителя зависит от деформационных свойств нитей; выбраны натяжение на входе в бункер накопителя и режимы изменения деформации на выходе из него, обеспечивающие стабильную ра-

боту устройства для термообработки нитей с эластомерами.

2. Разработана статистическая модель накопителя нити, необходимая для построения системы автоматического регулирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Палочкин С.В., Рудовский М.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С. 16...19.
2. Рудовский М.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №6С. С. 106...109.
3. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7+Simulink 5/6. Основы применения. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005.
4. Калинина В.Н., Панкин В.Ф. Математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1994.

Рекомендована кафедрой деталей машин и подъемно-транспортных устройств МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 02.04.08.