

УДК 677.022.001.5

**О ВОЗМОЖНОСТИ УНИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИБОРА  
В МЕТОДЕ ЛИНДСЛЕЯ-ЛЕОНТЬЕВОЙ  
ДЛЯ ПРОДУКТОВ ИЗ ВОЛОКОН ЛЮБОЙ ДЛИНЫ**

*В.Г.КАРЯКИН*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Перепрофилирование фабрик для переработки других видов волокон, постоянные природные изменения физико-механических свойств натуральных волокон, смена составов смесей усложняют контроль качества продукции в испытательных лабораториях, оснащенных не соответствующими меняющимся условиям приборами и методиками, в частности, при необходимости оценки структурных свойств волокнистых продуктов методом Линдслея-Леонтьевой, предполагающим использование механического прибора.

Известные четыре (1...4) варианта прибора И.С. Леонтьевой и три (5...7) варианта А.Г. Севостьянова, а также предложенные нами в [1] дополнительно к ним четыре (8...11) варианта позволяют в совокупности применять их к продуктам из волокон со средней длиной  $l_b=29...123,6$ мм. Однако в каждом конкретном случае требуется наличие прибора с необходимой шириной В пластин или (Н+В) их наборов, обеспечивающей выполнение требуемого соотношения Линдслея  $L=l_b/V=2,28$  или  $L=l_b/(H+B)=2,28$  и возможность использования в расчетах для более точной оценки структурных свойств полученной в [2] сопряженной пары долевых коэффициентов  $K_{30}=K_{пт}=0,6402$  и  $K_{10}=K_{зп}=0,3598$  противоположных концов волокон соответственно в заднем и переднем участках продукта.

Для выявления возможности унификации одного варианта прибора с данной шириной пластин с целью его применения к продуктам из волокон любой средней длины (то есть в условиях  $L \neq 2,28$ ) проведен эксперимент с использованием ленты из штапелированных лавсановых волокон длиной 65мм, которая анализировалась во всех 11 вариантах прибора. Для всех вариантов предварительно рассчитаны величины соотношения Линдслея L и индивидуальные значения сопряженных пар долевых коэффициентов, причем для 1...6 вариантов (при  $L > 2$ ) долевые коэффициенты определены после предварительных решений системы уравнений из [2], а для 7...11 вариантов (при  $L < 2$ ) – с использованием другой системы уравнений:

$$\begin{cases} l_b/[0,5(l_b + H + B)] = 1/(X - Y + Z) , \\ l_b/(H + B) = 1 + (X - Y)/X , \\ 2X - 2Y + Z = 1, \end{cases} \quad (1)$$

формируемой согласно рис.1, где представлено совмещение модели АСFD продукта из волокон длиной  $l_b < 2(H+B)$  с набором пластин шириной (H+B) прибора.

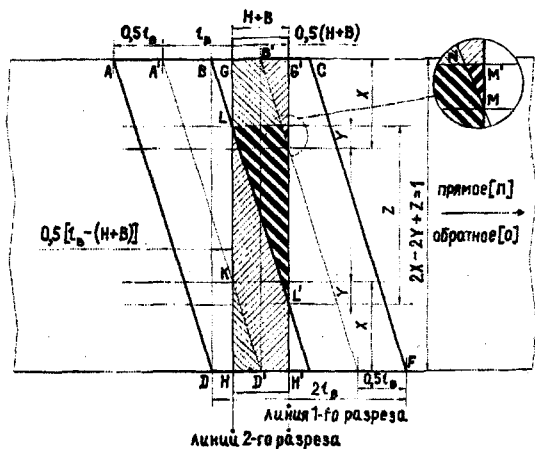


Рис. 1

Первое уравнение системы (1) вытекает из подобия треугольников  $A'B'D'$  и  $BGL'$ , второе – из подобия треугольников  $BGL$  и  $B'G'M'$ , а третье есть условие целостности продукта по ширине. Подход к последующему определению величин долевых ко-

эффициентов после решений системы (1) относительно  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  аналогичен примененному нами ранее в [1] и [2] при условии, что фигура  $LM'L'$  – часть продукта под набором пластин, вычесываемая после 1-го разреза в долю  $C$ ; фигуры  $B'G'M'N$  и  $KLL'H'D'$  – в совокупности передние концы волокон, а фигуры  $LGB'N$  и  $HKD'$  – в совокупности задние концы волокон.

После испытаний ленты в каждом варианте прибора определены оценки всех известных и перечисленных в [3] показателей структурных свойств путем их расчета по первоначальным и видоизмененным нами в той же работе формулам, причем для каждого варианта оценки получены с использованием «своей» пары долевых коэффициентов, а также пары коэффициентов для варианта 6, в котором  $L=65/30=2,17$  и наиболее близко из всех остальных к константе Линдслея  $L=2,28$ , при соблюдении которой оценки следует считать наиболее близкими к истинным.

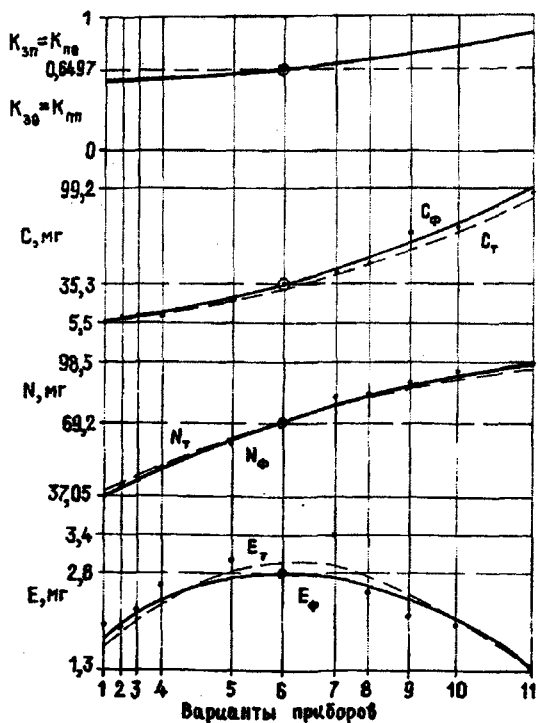


Рис. 2

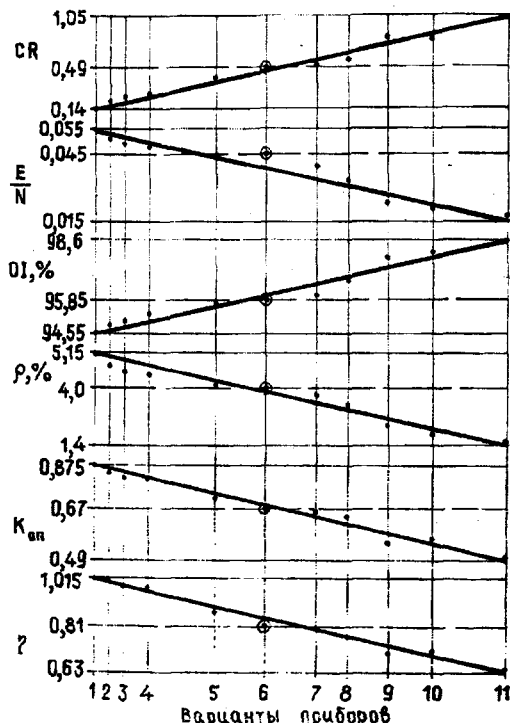


Рис. 3

Для наглядного представления и возможности сопоставления взаимосвязей на рис.2 сгруппированы тенденции повариантного изменения долевого распределения противоположных концов волокон в участках различной протяженности одного продукта и аппроксимированных опытных данных по фактическим массам образованных в приборах долей  $C_{\phi}$ ,  $N_{\phi}$  и  $E_{\phi}$ , а на рис.3— полученных в результате расчетов оценок показателей структурных свойств продукта. Все графики для упрощения получения обобщающих выводов построены в соответствии с введенной ранее ранжировкой вариантов прибора (1...11), характеризующейся увеличением ширины  $B$  пластин или  $(H+B)$  их комплектов и уменьшением соотношения  $L$ , то есть по осям абсцисс отложены номера вариантов прибора, масштабированные в соответствии с величинами соответствующих им  $B$  или  $(H+B)$  и  $L$ .

Анализ зависимостей на рис.2 и 3 позволил выявить, что доленое распределение противоположных концов волокон одной длины в участках продукта различной протяженности от  $B_{\min}$  до  $(H+B)_{\max}$  закономерно изменяется. Эту закономерность можно распространить и на группы волокон с любой другой длиной. Попытка определения оценок структурных свойств противоположных концов волокон в продукте из волокон с известной средней длиной после испытаний в приборах с несоответствующей по соотношению Линдслея этой длине шириной крайних пластин или наборов по видоизмененным в [3] формулам с использованием индивидуальной для каждого случая сопряженной пары долевого коэффициентов свидетельствовала о значительных (в несколько раз) расхождениях получаемых таким образом оценок с оценками, полученными для случая  $L=2,17$  (наиболее близкого из всех к  $L=2,28$ ) в 6-м варианте прибора, причем налицо (рис.3) наличие определенных закономерных тенденций изменения оценок в зависимости от величины  $L$ .

Вследствие этого оценки показателей, рассчитываемые в случаях несоответствия ширины крайней пластины прибора средней длине волокон продукта (при  $L \neq 2,28$ ) нельзя считать близкими к истинным, что также подтвердилось результатом определения усредненной для противоположных концов волокон степени их распрямленности в продукте, равной 1,015 (1,02— для задних концов и 1,01— для передних) при использовании 1-го варианта прибора и чего в действительности не может быть.

Помимо вышеуказанного полученные данные свидетельствуют о том, что усредненные для противоположных концов волокон продукта величины оценок показателей, рассчитанные отдельно по первоначально предложенным формулам, затем по видоизмененным с использованием «своих» сопряженных пар долевого коэффициентов, а также одной пары из случая  $L=2,17$ — совпадают.

Следовательно, средние величины оценок показателей структурных свойств продуктов можно рассчитывать по первоначально предложенным ранее формулам без учета долевого распределения противоположных концов волокон в продуктах, но при анализе необходимо пользоваться прибором с соответствующей средней длине волокон продукта шириной крайней пластины  $B=l_p/2,28$ .

Сравнение закономерностей изменения рассчитанных оценок показателей (рис.3) с закономерностями изменения фактических масс долей  $C_{\phi}$ ,  $N_{\phi}$  и  $E_{\phi}$  из-под пластин приборов (рис.2) выявило определенную прямую или обратную взаимосвязь оценок с долями  $C_{\phi}$  и  $N_{\phi}$  и ее отсутствие с долей  $E_{\phi}$ , которая в отличие от  $C_{\phi}$  и  $N_{\phi}$  изменяется более сложным образом, что требует дальнейшего анализа и объяснения.

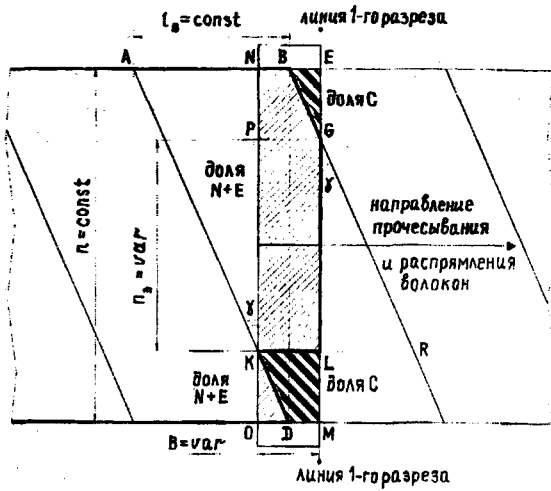


Рис. 4

На рис.4 показана схема совмещения модели ABCD продукта из волокон длиной  $l_b = \text{const}$  с крайней пластиной переменной ширины  $V = \text{var}$  прибора после вычесывания в указанном на рисунке направлении доли С (фигуры BEG и KLMD) из, например, правой обрезанной по линии EM части продукта NEMO, находившейся под пластиной. При вычесывании из NEMO доли С остающиеся части волокон (фигура NBGLKDO) распрямляются, выступают вправо от линии 1-го разреза EM и образуют за ней долю волокон E, участвующую в дальнейшем вместе с долями С и N в расчете оценок структурных свойств исследуемого продукта.

Но, как видно из рис.4, не все из общего количества  $n$  волокон в сечении EM продукта вносят одинаковый вклад в образование доли E. Основное, эффективное участие в этом принимают волокна участка PGLK бородки NBGLKDO. Очевидно, что с увеличением протяженности участка продукта  $V$  прирост протяженности волокон в результате их распрямления от прочесывания увеличивается, увеличивая массу доли E, однако число волокон  $n_3$  в участке PGLK бородки с увеличением  $V$  уменьшается, оказывая обратное влияние на массу доли E. Совместное влияние этих двух обратно взаимосвязанных факторов на массу доли E можно оценить изменением площади фигуры PGLK, которая есть их произведение:

$$S_{PGLK} = n_3 B \quad (2)$$

С другой стороны, для модели продукта ABCD из треугольника LGR  $\text{tg} \gamma = (l_b - B)/n_3$ , а из треугольника ABD  $\text{tg} \gamma = l_b/n$ , откуда  $(l_b - B)/n_3 = l_b/n$ . Тогда

$$n_3 = n(l_b - B)/l_b \quad (3)$$

Подставляя (3) в (2), после преобразований получаем новое, удобное для проведения расчетов выражение для площади эффективной части PGLK бородки:

$$S_{PGLK} = n(B - B^2/l_b) \quad (4)$$

Изменения этой площади, выраженной для одного и того же продукта с  $n = \text{const}$  и  $l_b = \text{const}$  через переменную  $B$ , пропорциональны количеству волокон  $n_3$ , их протяженности  $B$  и массе образуемой из этих волокон доли E. Результаты расчетов по зависимости (4) в условных единицах при  $n=1$  и для всех  $B$  и  $(N+B)$  представлены на рис.2 в виде тенденции изменения теоретических величин массы доли  $E_t$ , практически совпадающей с тенденцией изменения фактической массы доли  $E_f$  из наших опытов.

В участке продукта NEMO масса вычесываемой доли С пропорциональна сумме площадей фигур BEG и KLMD, которая равна

$$S_{BEG} + S_{KLMD} = 0,5[B(n - n_3)] \quad (5)$$

Подставляя (3) в (5), получаем новое, удобное для проведения расчетов, выражение для этой суммы площадей, которое после преобразований принимает вид

$$S_{BEG} + S_{KLMD} = (nB^2)/2l_b \quad (6)$$

Изменения этой площади, выраженной для одного и того же продукта с  $n = \text{const}$  и  $l_b = \text{const}$  через переменную  $B$ , пропорциональны количеству волокон  $(n - n_3)$ , их протяженности в участке продукта NEMO и массе вычесываемой доли С. Результаты расчетов по зависимости (6) в условных

единицах при  $n=1$  и для всех  $B$  и  $(H+B)$  представлены на рис.2 в виде тенденции изменения теоретических величин массы доли  $C_T$ , практически совпадающей с тенденцией изменения фактической массы доли  $C_F$ .

После вычесывания из участка продукта NEMO доли  $C$  и образования за пределами линии EM доли  $E$  оставшаяся в пределах NEMO часть бородки образует долю  $N$ , масса которой пропорциональна площади фигуры NBGLKDO, выражаемой как  $S_{NEMO} - S_{BEG} - S_{KLM}$ , то есть имеющей вид

$$S_{NBGLKDO} = nB - (nB^2)/2l_B \quad (7)$$

Результаты расчетов по зависимости (7) в условных единицах при  $n=1$  и для всех  $B$  и  $(H+B)$  представлены на рис.2 в виде тенденции изменения теоретических величин массы доли  $N_T$ , которая практически совпадает с тенденцией изменения фактических масс доли  $N_F$  из наших опытов. Причина замедления прироста массы доли  $N$  состоит в том, что при увеличении  $B$  возрастает протяженность отрезков волокон (особенно в фигуре PNBG), которые в результате распрямления от прочесывания дают все большую прибавку в массу доли  $E$ , «отнимая» все большую массу от доли  $N$ .

Из проведенного анализа следует, что с изменением протяженности исследуемого участка продукта из волокон длиной  $l_B = \text{const}$ , то есть с изменением соотношения  $L=l_B/V$  или  $L=l_B/(H+B)$ , закономерно изменяется баланс между массами образуемых в приборе долей  $C$ ,  $N$  и  $E$ . При этом рассчитываемые по массам этих долей оценки показателей структурных свойств продукта также закономерно изменяются вместе с долями  $C$  и  $N$ , но независимо от  $E$ . Это означает, что в локальном участке продукта переменной протяженности и состоящего из волокон длиной  $l_B \neq \text{const}$  волокна различных длин по-разному участвуют в образовании масс долей  $C$ ,  $N$  и  $E$ . Данное обстоятельство подтверждается результатами теоретического исследования [4], где констатируется зависимость оценок показателей структурных свойств продукта от дли-

ны его волокон, ширины пластин прибора и функции распределения волокон по длине, однако авторы на основании этого характеризуют метод как «имеющий систематическую методическую погрешность» и «высокую ошибку» несмотря на то, что в [5] опытным путем доказана высокая степень сходимости результатов с данными прямых методов определения оценок структурных свойств продуктов.

Вследствие вышесказанного известные расчетные формулы для получения оценок показателей структурных свойств и величины долевых коэффициентов к ним должны быть скорректированы с учетом наличия того или иного распределения волокон по длине в исследуемом продукте и взаимосвязей, учитывающих влияние соотношения  $l_B/V$  или  $l_B/(H+B)$  на величины масс образуемых в приборе долей  $C$ ,  $N$  и  $E$ . Для осуществления этого необходимо воспользоваться геометрической моделью из [6] продукта с известным распределением волокон по длине, единственной удобной формой которого в данном случае является штапельная диаграмма в виде гистограммы, представляющей геометрический образ продукта, без затруднений трансформируемый в наборы структурных параллелограммов. Из анализа такой штапель-модели, совмещенной с пластинами прибора, необходимо аналитически выявить степень участия групп волокон данной длины в образовании масс долей  $C$ ,  $N$  и  $E$  и получить новые формулы для расчета достоверных оценок показателей структурных свойств продукта при применении прибора с одной шириной пластин.

## ВЫВОДЫ

1. Известные величины долевых коэффициентов не являются средством унификации одного прибора для исследования продуктов из волокон любой длины, но дают точное представление о долевом распределении противоположных концов волокон данной длины в очесанном участке продукта известной протяженности и позволяют выявить разницу в их структурных свойствах в продукте.

2. Средние достоверные величины оценок структурных свойств продуктов можно получать по первоначально предложенным формулам без учета долевого распределения противоположных концов волокон, но при точном соблюдении константы Линдслея 2,28.

3. Волокна разной длины вносят различный вклад в образование масс долей С, N и E исследуемого в приборе участка продукта и характеризуются различным долевым участием в нем их противоположных концов, поэтому следует развивать расчетную часть метода Линдслея-Леонтьевой с учетом закона распределения волокон по длине в продукте, введенного в его геометрическую модель.

1. *Карякин В.Г.* // Химические волокна. –1999, №4. С.52...54.
2. *Карякин В.Г.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. –1999, №1. С.43...46.
3. *Карякин В.Г.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. –1997, №3. С.26...29.
4. *Воронина Е.Р., Ларин И.Ю., Субочева Е.А.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. –1999, №5. С.31...34.
5. *Леонтьева И.С.* Исследование распрямленности волокон при вытягивании в связи с поточными и сокращенными способами в хлопкопрядении: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1965.
6. *Frenzel B.* // Leipzigermonatschrift fur Textile Yndustrie. –1924, №5.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 17.05.01.