

Оценка равномерности длины хлопкового волокна

Доктор технических наук профессор Ф. А. АФОНЧИКОВ
(Ивановский текстильный институт)

О Т Р Е Д А К Ц И И

Помещая статью покойного профессора Ф. А. Афончилова, редакция отмечает, что в ней содержится справедливая критика характеристик, применяемых по действующему стандарту на отбор проб и методы испытаний хлопкового волокна (ГОСТ 3274) для оценки его однородности по длине, базе и, в особенности, «равномерности»

Настало время эти характеристики, используемые уже четверть века, но недостаточно точные, заменить более совершенными. В плане Центрального научно-исследовательского института хлопчатобумажной промышленности на 1958 г намечается проведение работы по пересмотру ГОСТ—3274. В связи с этим существенный интерес приобретают предложения по уточнению методов оценки важнейших свойств хлопкового волокна, в частности равномерности по длине.

Несомненно одной из наиболее строгих в математическом отношении оценок равномерности явилось бы определение коэффициента вариации, что и подчеркивается в статье. Однако некоторая сложность ее вычисления (на наш взгляд несколько преувеличенная) заставляет искать пути упрощения расчетов. Один из таких путей и предлагается в статье. К сожалению, покойный автор не показал, какие неточности влечет за собой его допущение, «что все волокна в образце имеют одинаковый метрический номер», и тем самым не дал возможности оценить приемлемость описываемого метода расчета. В надежде, что подобная проверка будет сделана кем-либо из читателей нашего журнала и публикуется настоящая статья.

Равномерность хлопкового волокна по длине имеет большое значение для хлопкопрядильного производства с технологической и экономической стороны. Из неравномерного волокна труднее получить прочную и равномерную пряжу, чем из волокна более равномерного. Из хлопка, содержащего большое количество коротких волокон, приходится удалять большое количество угаров, что отрицательно отражается на себестоимости пряжи.

Все это говорит о том, насколько важно уметь правильно оценивать хлопок по равномерности длины волокна.

О равномерности хлопка по длине волокна обычно судят по его базе — сумме пяти наибольших ординат диаграммы распределения воло-

на по длине, при условии, что распределение на классы по длине выполнено через 1 мм. Эта сумма показывает, сколько процентов содержится в хлопке наиболее ценного для прядения волокна, близкого по своей длине к модальной длине.

Однако база не учитывает распределение по длине всего остального волокна — короткого и длинного. При одной и той же базе количество короткого волокна может довольно резко колебаться, увеличиваясь за счет уменьшения процента более длинного волокна и уменьшаясь за счет увеличения этого процента. На рис. 1 показан пример таких колебаний при одной и той же базе. Хлопок, диаграмма распределения которого изображена сплошной линией, равномернее, чем хлопок с пунктирной диаграммой, тем не менее его база, а также модальная длина, получились одинаковыми с менее равномерным хлопком.

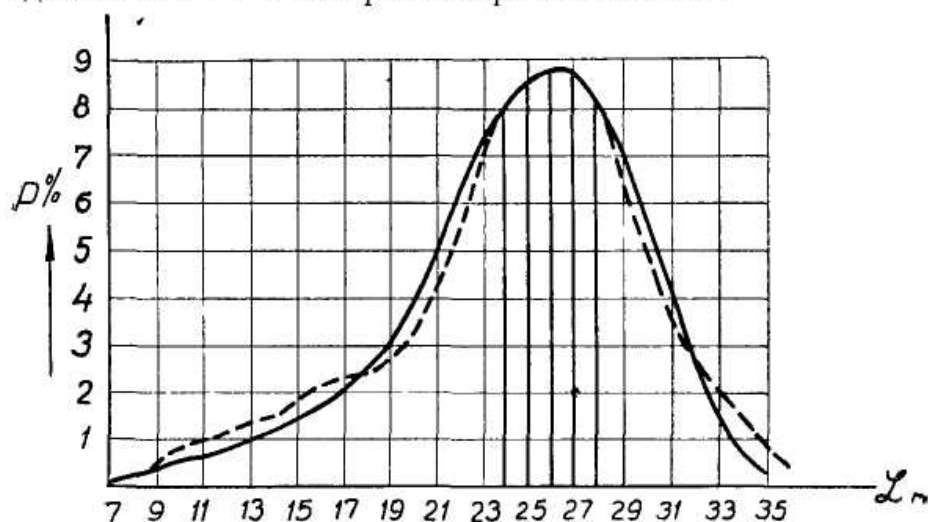


Рис. 1

Таким образом, могут быть случаи, когда база недостаточно точно отражает истинную равномерность волокна по длине.

При сравнении равномерности хлопка различных длин принято вычислять так называемую равномерность, которая определяется как произведение базы на модальную длину. В дальнейшем будет установлено, насколько точно произведение базы на модальную длину характеризует равномерность волокна по длине, и мы убедимся, что этот показатель отражает истинную равномерность волокна гораздо хуже, чем база.

Лучше всего неравномерность длины хлопкового волокна характеризовал бы коэффициент вариации S , хорошо реагирующий на наличие в образце коротких и очень длинных волокон, но в практике работы хлопковых лабораторий вычисление коэффициента вариации до настоящего времени не находит применения в связи с громоздкостью и большой трудоемкостью вычислений для получения этого коэффициента. Действительно, если производить вычисление коэффициента вариации обычным способом, на это придется затрачивать много времени и труда. В таблицах и диаграммах распределения волокон по длине обычно дается весовое процентное содержание p волокна различных длин в образце. Для вычисления же коэффициента вариации нужно знать количество волокон различной длины в образце, вычисленное в процентах от общего числа волокон. Поэтому прежде всего нужно сделать пересчет процентов по весу в проценты по числу волокон. Затем необходимо определить среднюю арифметическую из длин волокон, вычислить для каждой длины отклонение от средней арифметической, возвести эти отклонения в квадрат и, учитывая процентное содержание волокон разной длины, найти среднее квадратическое отклонение от средней арифметической. Только после этих предварительных расчетов можно получить значение коэф-

коэффициента вариации, выразив среднее квадратическое отклонение в процентах от средней длины волокна.

Все эти вычисления заняли бы для каждой марки хлопка несколько часов кропотливого труда, а малейшая неточность в вычислениях могла бы привести к грубым ошибкам в конечной цифре.

В настоящей статье рассматривается гораздо более простой способ вычисления коэффициента вариации для хлопкового волокна, отнимающий у исследователя ничтожное количество времени на подсчет коэффициента вариации для одного образца хлопка.

Пусть нам дано распределение хлопкового волокна по длине с указанием весового процентного содержания p волокна различных длин L к общему весу образца. Это значит, что в образце весом 100 мг имеется p_1 мг волокна с длиной L_1 , p_2 мг волокна с длиной L_2 и т. д. Сумма значений p равна 100.

Если принять, что все волокна в образце имеют одинаковый метрический номер, то нетрудно найти распределение волокон по длине с указанием процентного содержания в образце волокон разной длины по числу волокон.

Вес одного волокна с длиной L мм равен $\frac{L}{N}$ мг; число волокон с длиной L , содержащееся в p мг, равно $\frac{pN}{L}$ штук; число волокон в 100 мг равно $N \sum \frac{p}{L}$; процент волокон с длиной L в образце по числу волокон:

$$n = \left(\frac{pN}{L} : N \sum \frac{p}{L} \right) 100 = 100 \frac{p}{L \sum p/L} \dots \dots \dots 1$$

Для определения коэффициента вариации нет надобности делать цифровой расчет n по формуле 1; эта формула нужна нам для дальнейших выводов.

Средняя арифметическая из длин волокон

$$L_{c.ap.} = \frac{\sum nL}{\sum n} = \frac{100}{\sum p/L} \dots \dots \dots$$

Средняя квадратическая из длин волокон

$$L_{c.кв.} = \sqrt{\frac{\sum nL^2}{\sum n}} = \sqrt{\frac{\sum pL}{\sum p/L}} \dots \dots \dots 3$$

Коэффициент вариации может быть выражен следующей формулой:

$$C = \frac{100}{L_{c.ap.}} \sqrt{L_{c.кв.}^2 - L_{c.ap.}^2}$$

Подставляя сюда $L_{c.ap.}$ и $L_{c.кв.}$ из выражений 2 и 3, получаем окончательную формулу для определения коэффициента вариации по длине хлопкового волокна:

$$C = \sqrt{\sum pL \cdot \sum \frac{p}{L} - 10^4} \dots \dots \dots 4$$

Для использования формулы 4 нужно вычислить сумму произведений pL ; это вычисление нужно производить на арифмометре, проделывая одновременно и умножение и суммирование. Вычисление суммы отношений $\frac{p}{L}$ нужно производить, пользуясь таблицей обратных величин, вычисленных с точностью до 0,000001, и заменяя деление умножением на обратную величину L , которое также производится на арифмометре одновременно с суммированием и без всяких записей. После этого остается только перемножить $\sum pL$ и $\sum \frac{p}{L}$, вычесть из произведения 10000 и извлечь квадратный корень.

Во избежание ошибок, все вычисления нужно повторять дважды. При некотором навыке двукратное вычисление коэффициента вариации займет 15—20 минут на один образец хлопка.

Вычисление коэффициента вариации для образцов хлопка, диаграммы распределения которых изображены на рис. 1, позволяет дать более правильную оценку неровности волокна по длине. База и модальная длина для сплошной и пунктирной кривой одни и те же: база равна 41,75%, модальная длина 25,8 мм, произведение базы на модальную длину 1077. Коэффициент вариации для сплошной кривой получился равным 23,86%, а для пунктирной — 25,31%. Эта разница не учтена ни базой, ни произведением базы на модальную длину.

Для установления связи между базой и коэффициентом вариации, а также между произведением базы на модальную длину и коэффициентом вариации были подсчитаны коэффициенты вариации для 49 марок хлопка различных длин, испытанных в лаборатории Ивановского текстильного института. Результаты расчетов сведены в таблицу.

Т а б л и ц а

№№ п.п	Модальная длина	Б а з а	Произведение базы на модаль- ную длину	Коэффициент вариации С
1	25,6	41,97	1074,4	21,58
2	22,8	44,43	1013,0	22,34
3	23,1	44,37	1024,6	22,35
4	23,8	41,56	989,1	22,71
5	25,2	45,09	1136,3	22,77
6	23,4	41,42	969,2	22,82
7	25,9	41,50	1085,2	23,20
8	23,0	42,46	976,6	23,77
9	25,3	43,67	1104,9	23,82
10	25,8	41,75	1077,1	23,87
11	23,2	40,15	931,5	23,98
12	23,3	43,26	1008,0	24,04
13	22,0	44,85	986,7	24,16
14	25,3	41,97	1061,8	24,20
15	25,4	43,15	1096,0	24,23
16	25,3	41,25	1043,6	24,30
17	26,3	42,35	1113,8	24,36
18	23,7	39,02	924,8	24,36
19	26,2	40,12	1051,1	24,54
20	25,5	42,73	1089,6	24,61
21	23,5	40,65	955,3	24,80
22	22,9	39,29	899,7	24,98
23	23,3	41,53	967,6	25,06
24	23,7	40,40	957,5	25,15
25	25,6	41,20	1054,7	25,15
26	22,9	40,30	922,9	25,22
27	25,3	41,61	1052,7	25,29
28	25,2	41,33	1041,5	25,32
29	26,2	41,17	1078,7	25,47
30	24,8	43,41	1076,6	25,34
31	25,2	40,77	1027,4	25,46
32	25,2	41,97	1057,6	25,47
33	25,6	39,22	1004,0	25,58
34	25,7	40,78	1048,0	25,60
35	25,3	42,94	1086,4	25,61
36	25,2	41,16	1037,2	25,70
37	25,4	41,27	1048,0	25,72
38	24,3	40,90	993,9	25,99
39	25,2	42,65	1074,8	26,34
40	26,8	40,00	1072,0	26,48

№ № н/п.	Модальная длина	Б а з а	Произведение базы на модаль- ную длину	Коэффициент вариации С
41	25,2	42,87	1080,3	26,55
42	25,1	39,06	980,4	26,59
43	25,1	41,09	1031,4	26,60
44	25,1	41,45	1040,4	26,91
45	25,8	38,17	984,8	27,49
46	24,9	41,19	1025,6	27,70
47	25,9	38,58	999,2	27,89
48	36,9	31,76	1171,9	28,24
49	35,2	29,07	1023,3	32,16

По материалам таблицы 1 подсчитаны коэффициенты корреляции между базой и коэффициентом вариации, а также между производением базы на модальную длину и коэффициентом вариации. Получилось, что база довольно хорошо отражает равномерность хлопкового волокна: коэффициент корреляции между базой и коэффициентом вариации оказался равным 0,79.

Коэффициент корреляции между производением базы на модальную длину и коэффициентом вариации получился равным 0,005; это значит, что корреляционная связь между этими показателями отсутствует и производение базы на модальную длину не отражает истинной равномерности волокна по длине.

Несмотря на наличие довольно устойчивой корреляционной зависимости между базой и коэффициентом вариации, могут быть случаи резкого расхождения этих показателей, как это показал пример с хлопком, диаграммы распределения которого показаны на рис. 1. Поэтому можно рекомендовать для всех случаев оценивать неровноту длины хлопкового волокна путем вычисления коэффициента вариации, причем равномерным можно считать хлопок, имеющий коэффициент вариации по длине волокна не более 25—27%.