

УДК 676.1.038.2

*Л.А. Южанинова<sup>1</sup>, Е.Ю. Ларина<sup>2</sup>, В.И. Комаров<sup>2</sup>*

Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета, почетный работник высшего профессионального образования РФ, член международного научного общества EUROMECH. Имеет более 400 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



### **СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ДЛИНЫ ВОЛОКНА МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ**

Приведена сравнительная оценка различных методов определения длины волокна, используемых на разных предприятиях ЦБП.

*Ключевые слова:* длина волокна, фракционный состав, макулатурная масса

При оценке бумагообразующих свойств волокнистых полуфабрикатов (технической целлюлозы) определяют так называемые фундаментальные (по Кларку) характеристики волокна [6].

Техническая целлюлоза – это смесь волокнистых и неволокнистых элементов древесины разной длины: от 0,1 до 5,0 мм и более. Мелкая фракция с длиной волокна < 0,2 мм состоит из обрывков волокон, паренхимных клеток, клеток эпидермиса и сосудов [7]. В связи с этим на практике большое внимание уделяют контролю такой характеристики, как средняя длина волокна, которая оказывает значительное влияние на физико-механические свойства бумаги и картона. В большинстве случаев для быстрого определения средневзвешенной длины волокон, образующих бумажную массу, на отечественных предприятиях используют метод, предложенный еще в 1946 г. проф. С.Н. Ивановым [4]. В основе метода – расчетная зависимость между длиной волокна и весовым показателем, фиксируемым специальным прибором.

Кроме того, средняя длина волокна может быть определена и другими методами: микроскопическим и с использованием окулярной линейки или масштабной сетки [1, 3], курвиметра [3], современных автоматизированных приборов KAJAANI и FIBER TESTER [2, 8].

Цель данной работы сравнить данные, оценивающие среднюю длину волокна макулатурной массы (смесь макулатуры марок МС-5Б/1 – 10 %; МС-5Б/1 – 10 %; МС-5Б/3 – 80 %) с помощью методик, предложенной С.Н. Ивановым и полученной на приборе KAJAANI. Образцы отбирали в технологическом потоке не сортировке СЦН-09, модернизированной для работы в режиме фракционатора. Полученные данные и результаты их статистической обработки представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Средняя длина волокна макулатурной массы (мм),  
рассчитанная по различным методикам**

Образец	Длина во- локна*	$\bar{X}$	СКО	v, %	max	min	max-min
До фракцио- нирования	$l_{CA}^*$	0,69	0,027	3,9	0,75	0,63	0,12
	$l_{CB}$	1,56	0,052	3,4	1,65	1,47	0,18
	$l_{CM}$	2,35	0,064	2,7	2,46	2,24	0,22
	$l_I$	1,64	0,206	12,6	1,90	1,20	0,70
Коротково- локнистая фракция	$l_{CA}$	0,65	0,039	5,9	0,78	0,62	0,16
	$l_{CB}$	1,42	0,077	5,4	1,63	1,30	0,33
	$l_{CM}$	2,16	0,101	4,7	2,40	1,99	0,41
	$l_I$	1,29	0,145	11,2	1,60	1,10	0,50
Длинново- локнистая фракция	$l_{CA}$	0,72	0,036	4,9	0,79	0,66	0,13
	$l_{CB}$	1,61	0,068	4,2	1,72	1,49	0,23
	$l_{CM}$	2,42	0,081	3,3	2,53	2,26	0,27
	$l_I$	1,85	0,246	13,3	2,20	1,50	0,70

\*  $l_{CA}$  – среднеарифметическая длина волокна;  $l_{CB}$  – средневзвешенная длина волокна;  $l_{CM}$  – среднемассовая длина волокна, рассчитанная при использовании КАЖААНИ;  $l_I$  – средневзвешенная длина волокна, рассчитанная по методу Иванова.

Таблица 2

**Относительное содержание (%) фракций с различной длиной волокна  
в макулатурной массе, рассчитанное по различным методикам\***

Фракция с длиной во- локна, мм	Характерис- тика	До фракциониро- вания			Коротковолокнистая фракция			Длинноволокнистая фракция		
		А	В	М	А	В	М	А	В	М
0,00...0,60	$\bar{X}$	57,21	17,99	3,97	58,25	19,63	4,76	56,04	17,02	3,63
	СКО	1,680	1,022	0,340	2,080	1,362	0,532	1,795	1,137	0,393
	v, %	2,9	5,7	8,6	3,6	6,9	11,2	3,2	6,7	10,9
	max	61,06	20,02	4,59	60,61	20,85	5,59	59,51	18,94	4,41
	min	53,70	16,05	3,31	51,53	15,26	3,28	52,28	14,95	3,06
	max-min	7,36	3,97	1,28	9,08	5,59	2,31	7,23	3,99	1,35
>0,60...2,05	$\bar{X}$	36,05	53,76	39,93	36,31	56,72	45,48	36,46	52,20	37,44
	СКО	1,402	1,464	2,073	1,443	1,632	3,148	1,405	1,451	2,309
	v, %	3,9	2,7	5,2	3,98	2,88	6,92	3,9	2,9	6,2
	max	38,61	55,37	42,85	40,17	60,09	51,41	39,61	54,66	41,20
	min	33,53	50,99	36,65	34,38	53,96	38,67	34,17	50,08	34,29
	max-min	5,08	4,38	6,20	5,79	6,13	12,74	5,44	4,58	6,91
>2,05...7,20	$\bar{X}$	6,74	28,25	56,10	5,47	22,40	49,76	7,63	30,78	58,93
	СКО	0,664	1,990	2,332	0,913	5,409	3,635	0,872	2,375	2,667
	v, %	9,9	7,1	4,2	16,7	24,2	7,3	11,43	7,71	4,53
	max	8,00	31,74	59,75	8,30	30,77	58,06	9,07	34,30	62,62
	min	5,41	25,05	52,61	4,31	2,23	43,00	6,20	26,41	54,40
	max-min	2,59	6,69	7,14	3,99	28,54	15,06	2,87	7,89	8,22

\* Здесь и далее, в табл. 3, А, В, М – относительное содержание фракций с учетом соответственно числа волокон, длины и массы волокна.

Таблица 3

**Относительное содержание (%) мелкого волокна, рассчитанное по различным методикам**

Образец	Методика расчета	$\bar{X}$	СКО	$v, \%$	max	min	max-min
До фракционирования	A	30,31	1,632	5,4	34,43	27,50	6,93
	B	3,84	0,319	8,3	4,71	3,28	1,43
	M	0,28	0,028	10,0	0,36	0,24	0,12
Коротковолокнистая фракция	A	30,47	2,076	6,8	33,50	22,15	8,35
	B	4,13	0,414	10,0	4,61	2,93	1,68
	M	0,34	0,042	12,6	0,37	0,21	0,16
Длинноволокнистая фракция	A	29,4	1,704	5,8	33,6	26,4	7,23
	B	3,56	0,292	8,2	4,07	2,96	1,11
	M	0,25	0,027	10,7	0,30	0,20	0,10

Из табл. 1 следует, что для макулатурной массы этого состава средневзвешенная длина волокна, определяемая с помощью обеих методик, имеет близкие значения. При этом коэффициент вариации у методики, предложенной С.Н. Ивановым, почти в 4 раза больше.

В табл. 2 приведено сравнение фракционного состава волокна макулатурной массы, рассчитанного по различным методикам.

Статистическая обработка данных эксперимента показала, что фракционный состав по длине волокна макулатурной массы во времени отличается высокой вариабельностью, причем наибольшая отмечена у фракции с повышенной длиной волокна ( $> 2,05 \dots 7,20$  мм).

Проведенная оценка содержания мелкого волокна в макулатурной массе (табл. 3) показала, что волокно с длиной  $l_{CA} < 0,2$  мм составляет значительную часть ( $\sim 30 \%$ ), а волокно с повышенной длиной ( $l_{CM} > 2,05 \dots 7,20$  мм) только  $0,2 \dots 0,3 \%$ .

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что для контроля средней длины волокна макулатурной массы может быть использован метод Иванова, обеспечивающий достаточную точность измерений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автандилов, Г.Г. Медицинская морфометрия. Руководство [Текст] / Г.Г. Автандилов. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Анализатор длины волокна KAJAANI FS-200: инструкция Ф420057В. – 43 с.
3. Атлас ультраструктуры древесных полуфабрикатов, применяемых для производства бумаги [Текст]. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 232 с.
4. Иванов, С.Н. Технология бумаги [Текст] / С.Н. Иванов – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – С. 50–54.
5. Кларк, Дж. Технология целлюлозы [Текст] / Дж. Кларк. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 456 с.

7. Яблочкин, Н.И. Макулатура в технологии картона [Текст] / Н.И. Яблочкин, В.И. Комаров, И.Н. Ковернинский. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. – 252 с.  
8. Land W Handbook. – 06 – 07. – 179 s.

<sup>1</sup>ООО «Сухонский ЦБК»

<sup>2</sup>Архангельский государственный  
технический университет

Поступила 02.06.08

*L.A. Yuzhaninova<sup>1</sup>, E.Yu. Larina<sup>2</sup>, V.I. Komarov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Sukhona PPM, Ltd

<sup>2</sup> Arkhangelsk State Technical University

### **Comparison of Assessment Techniques for Fiber Length of Waste Paper Mass**

The comparative assessment of different methods for fiber length determination is provided applied at different enterprises of pulp-and-paper industry.

Keywords: fiber length, fractional structure, waste paper mass.

---