

Анализ кривых, приведенных на рис. 3 (при постоянном значении виброускорения 125 м/с^2), показал снижение прочности волокнистой структуры с ростом степени разработанности волокон; при этом толстые гидратные слои препятствуют активному физико-химическому взаимодействию между волокнами [4].

Бумажную массу из целлюлозных волокон сульфатной небеленой целлюлозы концентрацией 2,4 % и степенью помола 18 °ШР подвергали виброактивации при значениях виброускорения 40, 90 и 130 м/с^2 . Увеличение виброускорения обеспечивает повышенное разрушающее воздействие на структуру бумажной массы при фиксированной частоте виброактивации.

Итак, виброактивация бумажной массы способствует разрушению волокнистой структуры. При одних и тех же режимах виброактивации с понижением концентрации волокон и увеличением степени помола предельное напряжение сдвига бумажной массы уменьшается. Разрушающее воздействие виброускорения на волокнистую структуру бумажной массы приводит к понижению ее прочности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Александров А. В. Гидродинамика процессов отлива и формования бумаги.—Хабаровск: Хабар. политехн. ин-т, 1982.—С. 93. [2]. Вейнов К. А., Изыксон Б. М., Сурнин Б. М. Приборы и методы для определения реологических характеристик волокнистых суспензий // Новое в технологии бумаги: Сб. тр. ЦНИИБа.— М., 1973.— Вып. 8. [3]. Кугушев И. Д. Теория процессов отлива и обезвоживания бумажной массы.— М.: Лесн. пром-сть, 1967. [4]. Терентьев О. А. Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.

Поступила 21 ноября 1985 г.

УДК 630*813

МЕТОД ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПО ИХ СТРУКТУРНО-ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

В. Н. НЕПЕИН, И. А. ПЛОТНИКОВ, В. С. СИМОНОВ,
Р. Ф. ВАЛЕЕВ

Пермский филиал ВНИИБ ВНПОбумпром

Известно, что современные методы оценки пригодности волокнистых полуфабрикатов в производстве бумаги и картона заключаются в периодическом определении механических свойств (сопротивление разрыву, продавливаню и излому) отливок, изготовленных из данных полуфабрикатов.

Затраты времени на определение механических свойств того или иного полуфабриката при полном соблюдении требований соответствующих стандартов составляют от 2 до 6 ч [1, 2, 4]. Информация, полученная при этом, с одной стороны, не может быть использована для оперативного вмешательства в процесс производства полуфабриката; с другой стороны, данные о механических свойствах чистых волокнистых полуфабрикатов еще не позволяют оценить, например, те же механические свойства бумаги и картона, в состав которых входят эти полуфабрикаты.

Нами [6] и другими авторами [7—9] давно предложено использовать для оценки бумагообразующих свойств волокнистых полуфабрикатов не стандартные механические свойства, а структурно-физические параметры, которые являются фундаментальными и чувствительными характеристиками волокнистых материалов.

Практическая реализация данного подхода становится возможной в связи с разработкой прибора ОСФП и методов, позволяющих быстро и достаточно точно получать информацию о структурно-физических параметрах волокнистых полуфабрикатов [5]. Прибор ОСФП имеет на выходе стандартные электрические сигналы и может использоваться в составе информационно-вычислительных комплексов, обеспечивающих измерение и расчет структурно-физических параметров в течение 5 мин.

Для того чтобы практически показать принципиальную возможность использования структурно-физических параметров вместо стандартных механических свойств волокнистых полуфабрикатов, необходимо экспериментально установить наличие корреляционной связи между механическими и структурно-физическими параметрами для широкого круга волокнистых полуфабрикатов. Эта цель и была поставлена в настоящей работе.

Ранее [6] нами опубликованы зависимости, связывающие сопротивление разрыву, продавливанию, раздиранию и излому волокнистых полуфабрикатов с их структурно-физическими параметрами.

Так, например, для разрывной длины T , м, и сопротивления продавливанию Q , Н/м², эти зависимости имеют соответственно следующий вид:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{Z} + \frac{26,16 \cdot 10^4 F_B}{B l L (RBA)}; \quad (1)$$

$$Q = k_1 \frac{B^2 \Pi^2 L^2 Z^2 (RBA)^2 [B l L (RBA) + 26,16 \cdot 10^4 F_B]}{[(1 + k_2^2) B^2 \Pi^2 L^2 (RBA)^2 + 52,39 \cdot 10^4 k_2^2 B l L \times \times F_B Z (RBA) + 684,35 \cdot 10^8 Z^2 F_B^2]^{1,5}}, \quad (2)$$

где Z — нулевая разрывная длина, м;
 F_B , Π , L — соответственно средняя площадь поперечного сечения, м², периметр, м, длина волокна, м;
 B — удельная прочность межволоконных связей на сдвиг, Н/м²;
 (RBA) — относительная связанная поверхность;
 k_1 — масштабный коэффициент;
 k_2 — коэффициент, зависящий от вида полуфабриката.

Коэффициент k_2 изменяется от 0,23 до 2,36; находили его путем математической обработки диаграммы усилие — деформация при растяжении образца полуфабриката на приборе ОСФП одновременно с определением структурно-физических параметров.

Зависимости (1) и (2) экспериментально проверяли на лабораторных отливках, приготовленных из следующих волокнистых полуфабрикатов:

дефибрерная древесная масса (ДДМ) Пермского ЦБК и ее четыре фракции (включая «мелочь»), выделенные на аппарате ФДМ;
 рафинерная древесная масса (РДМ) Сыктывкарского ЛПК;
 химическая древесная масса (ХДМ) Сясьского ЦБК;
 сульфитная беленая целлюлоза (СФИБ) Камского ЦБК различной степени помола в диапазоне 14...80 °ШР;
 сульфатная небеленая целлюлоза (СФАН) Братского ЛПК различной степени помола в диапазоне 14...90 °ШР.

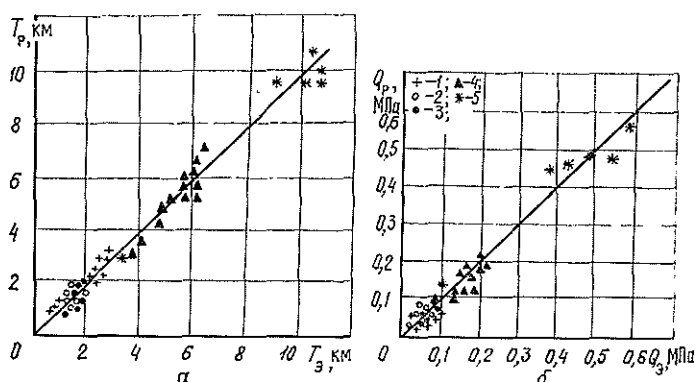
Всего было изготовлено более 40 образцов, для каждого из которых по десяти параллельным измерениям определены разрывная длина и сопротивление продавливанию, а также структурно-физические параметры, входящие в зависимости (1) и (2). Величины Z , B , (RBA) измеряли на приборе ОСФП. Среднюю длину волокна определяли путем усреднения результата измерения тысячи единичных волокон при 15-кратном увеличении на аппарате «Микрофот». Величина отношения

F_b/Π принята постоянной и равной $(3,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-6}$ м, согласно известным в литературе [3] и полученным нами экспериментальным данным.

Определенные таким образом структурно-физические параметры и механические свойства исследованных волокнистых полуфабрикатов приведены в таблице.

Шифр полуфабрикатов	Структурно-физические параметры полуфабрикатов				Стандартные характеристики прочности	
	R_{BA} , о. ед.	B , ГПА	L , мм	Z , м	T_3 , м	Q_3 , МПА
ДДМ	0,81	13	0,81	15 000	2 950	0,076
»	0,92	19	0,65	15 000	2 984	0,082
»	0,89	7	0,91	15 000	2 102	0,041
»	0,87	11	0,95	15 000	2 737	0,062
»	0,74	9	0,97	15 000	2 465	0,045
»	0,74	12	0,85	15 000	2 288	0,057
»	0,86	9,0	0,55	15 800	2 818	0,065
I фракция	0,63	1,0	1,72	16 600	1 253	0,018
II »	0,75	1,6	0,93	15 800	1 431	0,020
III »	0,83	2,4	0,58	15 800	1 591	0,018
IV »	0,88	22	0,20	15 800	2 373	0,062
РДМ	0,20	3,4	1,00	16 400	1 333	0,012
»	0,10	5,9	1,19	16 400	1 400	0,012
»	0,15	7,1	1,15	16 400	1 733	0,030
»	0,25	6,0	1,08	16 400	1 760	0,046
»	0,19	7,9	1,04	16 400	1 724	0,034
ХДМ	0,14	6,4	1,58	17 200	1 396	0,032
»	0,29	3,2	1,62	17 200	1 164	0,022
»	0,15	8,4	1,25	17 200	1 373	0,032
»	0,13	15	1,19	17 200	1 431	0,052
»	0,21	9,9	1,02	17 200	1 676	0,057
»	0,16	12	0,98	17 200	1 662	0,57
СФИБ	0,61	6,6	1,57	16 000	3 822	0,108
»	0,79	16,7	1,37	16 000	5 422	0,158
»	0,84	26,7	1,22	16 000	5 867	0,178
»	0,88	50,3	1,02	16 000	6 222	0,179
»	0,89	36,6	0,98	16 000	6 044	0,170
»	0,88	34,6	0,85	16 000	5 778	0,165
»	0,92	25,6	0,75	16 000	5 956	0,131
»	0,60	6,2	1,57	16 000	3 372	0,052
»	0,78	11	1,37	16 000	4 525	0,091
»	0,87	15	1,28	16 000	4 907	0,122
»	0,83	17	1,22	16 000	4 934	0,125
»	0,91	26	1,02	16 000	5 784	0,135
»	0,92	25	0,99	16 000	5 908	0,160
СФАН	0,52	5,9	1,49	16 500	3 185	0,09
»	0,78	34	1,37	16 500	9 123	0,42
»	0,95	34	1,35	16 500	9 931	0,56
»	0,78	66	1,26	16 500	10 629	0,61
»	0,92	77	1,16	16 500	10 543	0,49
»	0,91	36	1,08	16 500	10 766	0,37

С использованием экспериментальных данных, приведенных в таблице, и уравнений (1), (2) получены расчетные значения разрывной длины T_p и сопротивления продавливанию Q_p . Графическая интерпретация взаимосвязи между расчетными и экспериментальными значениями прочности представлена на рис. а, б. Коэффициенты корреляции зависимостей $T_3 - T_p$ и $Q_3 - Q_p$ находились соответственно в пределах 0,94...0,98 и 0,85...0,99 в зависимости от вида полуфабриката. Относительная погрешность расчета механических свойств по структурно-физическим параметрам для отдельных видов полуфабрикатов колебалась от 10,3 до 21,4 % по сопротивлению продавливанию и от 5,6 до 15,9 %



Соотношение между экспериментально измеренными и расчетными значениями механических свойств волокнистых полуфабрикатов: *a* — разрывная длина; *b* — сопротивление продавливанию; 1 — дефибрная древесная масса; 2 — рафинерная древесная масса; 3 — химическая древесная масса; 4 — сульфитная беленая целлюлоза; 5 — сульфатная небеленая целлюлоза

по разрывной длине. По всему массиву экспериментальных данных относительная погрешность расчета не превышала 15 %, что достаточно для практического применения.

В настоящее время наиболее трудноопределимый параметр в промышленных условиях — средняя длина волокна. Однако в рамках одного технологического режима производства конкретного волокнистого полуфабриката длина волокна меняется незначительно; ее достаточно определить один раз и в дальнейшем считать постоянной.

Проведенные экспериментальные исследования подтверждают целесообразность использования структурно-физических параметров волокнистых полуфабрикатов для оценки их бумагообразующей способности вместо стандартных показателей разрывной длины и сопротивления продавливанию. При этом затраты времени на подготовку, испытание и обработку результатов измерения сокращаются в несколько раз. И, наконец, зависимости (1), (2) обладают диагностирующим характером, позволяя установить внутренние причины изменения прочности того или иного полуфабриката.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 14363.4—79 (СТ СЭВ 444—77). Целлюлоза. Подготовка проб к физико-механическим испытаниям.— Взамен ГОСТ 1436.34—70; Введ. 01.01.80 до 01.01.90.— М.: Изд-во стандартов, 1979.— 5 с. [2]. ГОСТ 16296—79. Масса древесная. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям.— Взамен ГОСТ 16296—70; Введ. 01.01.81 до 01.01.91.— М.: Изд-во стандартов, 1979.— 4 с. [3]. Непени В. Н. Оценка прочностных свойств бумаги с учетом ее структурно-физических характеристик: Дис... канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1975.— 190 с. [4]. Овдейчук В. П. Лабораторный практикум по технологическому контролю целлюлозно-бумажного производства.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— С. 36—41. [5]. Симонов В. С. Разработка метода определения основных структурно-физических параметров бумаги на основе исследования ее механического поведения при одноосном растяжении: Дис... канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1984.— 189 с. [6]. Теоретические предпосылки прогнозирования бумагообразующих свойств волокнистых полуфабрикатов / В. Н. Непени, В. С. Симонов, В. П. Бутырин, Н. А. Плотников // Исследования в области технологии бумаги и картона: Сб. тр. ВНИИБ.— Л., 1982.— С. 54—58. [7]. Forgas O. L. The characterization of mechanical pulps // Pulp and paper magazine of Canada.— 1963.— V. 64.— N 8, T.— P. 89—118. [8]. Page D. M. A theory for the tensile strength of paper // TAPPI.— 1969.— V. 52.— N 4.— P. 674—681. [9]. Van den Akker D. A. Structure and tensile characteristics of paper // TAPPI.— V. 53.— N 3.— P. 388—399.