

ISSN 0536 – 1036

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Основан в 1833 г.

6/324
2011

УДК 676.017.22:531.71

В.В. Коваленко¹, Н.В. Сысоева¹, В.К. Дубовый², А.И. Безлаковский³¹Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова²С.-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров³ОАО «Новгородский завод стекловолокна»

Коваленко Влада Валерьевна родилась в 1987 г., окончила в 2009 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, ассистент кафедры стандартизации, метрологии и сертификации. Имеет более 10 печатных работ в области исследования минеральных волокон бумагоподобных композитов на основе минеральных волокон и связующих.

E-mail: vlada.valeryevna@gmail.com



Сысоева Наталья Владимировна родилась в 1976 г., окончила в 1999 г. Архангельский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет около 60 печатных работ в области совершенствования технологии получения бумаги, картона и подобных листовых материалов из растительных и минеральных волокон.

E-mail: synat@agtu.ru



Дубовый Владимир Климентьевич родился в 1967 г., окончил в 1991 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, доцент С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет более 150 печатных работ в области технологии бумаги и картона.

E-mail: dubovy2004@mail.ru



Безлаковский Антон Игоревич родился в 1974 г., окончил в 1997 г. Новгородский государственный университет, кандидат технических наук, ген. директор ОАО «Новгородский завод стекловолокна». Имеет около 20 печатных трудов в области оптимизации технологии получения минеральных волокон и расширения области их использования.

E-mail: nzsv@mxс.ru



ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ПО ДЛИНЕ ШТАПЕЛЬНЫХ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Показаны зависимости изменения длины от диаметра стеклянных волокон. Даны рекомендации по способу представления результатов измерения длины стеклянных волокон. Подтверждена полидисперсность стеклянных волокон по длине, определен фракционный состав по длине волокон разных марок, используемых для получения специальных видов бумаги.

Ключевые слова: минеральное волокно, длина стеклянного волокна, методы определения длины волокна, методики измерения.

©Коваленко В.В., Сысоева Н.В., Дубовый В.К., Безлаковский А.И., 2011

В настоящее время особое место на рынке высокотехнологичных материалов занимают композиты из стеклянного волокна ввиду своих уникальных свойств. Важнейшие параметры этих материалов (шумо- и теплоизоляционные свойства, впитывающая и фильтрующая способность, сорбционная емкость) во многом зависят от геометрических размеров элементарных волокон и их фракционного распределения. Следует также учитывать, что для формирования структуры особое значение приобретают следующие факторы:

состояние поверхности и форма поперечного сечения волокна (гладкая, шероховатая или пористая поверхность, круглая, овальная или звездчатая форма поперечного сечения ведут к различному, а в случае неправильной формы, к весьма сложному распределению напряжений в структуре соединения);

величина и постоянство диаметра волокна и фракционный состав по длине волокна (определяются такими важными показателями, как число волокон в системе и их удельная поверхность).

Контролируемым параметром в производстве стеклянных волокон, используемых для специальных видов бумаги, в настоящее время является диаметр.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для расширения области использования минеральных штапельных волокон необходимо иметь представление не только об их диаметре, но и о средней длине и фракционном составе волокон.

На предприятиях, использующих в композиции бумаги минеральные волокна, нет унифицированных методов определения их длины, что в первую очередь объясняется отсутствием адекватных методик измерения.

Так, сложность использования современных методов определения геометрических размеров и фракционного распределения для минеральных волокон обусловлена принципами работы анализаторов. Основным рабочим инструментом всех современных приборов для определения структурных характеристик волокон являются светодиод и камера, расположенные с противоположных сторон стеклянной измерительной ячейки. Таким образом, принцип измерения основан на поглощении света волокнами, попадающими в область измерения. Основные отличия анализаторов волокна ведущих фирм производителей (KAJAANI FS-200, фирма «KAJAANI electrics», и FiberTester компании «Lorentzen&Wettre») заключаются в конструкциях измерительной ячейки и методах обработки данных, а не в принципах получения информации.

Стеклянные и другие минеральные волокна, в отличие от растительных и прочих волокон, очень тонкие и прозрачные, поэтому использование выше перечисленных анализаторов вследствие интерполяции света не позволяет получить достоверную информацию о размерах.

Наиболее часто для определения длины волокон на российских бумажных фабриках применяется весовой метод Иванова, основным недостатком

которого является отсутствие таблиц коэффициентов пересчета единиц измерения из авторских (дециграмм) в унифицированные (миллиметр) для минеральных волокон.

Проблема может быть решена за счет составления необходимых таблиц пересчета для применения весового метода Иванова или разработка новых более современных методов анализа.

В данном исследовании для определения геометрических размеров стеклянных штапельных волокон использовали микроскоп «Биолар», с калиброванными линейками, предназначенный для наблюдения тонкопленочных препаратов в проходящем свете. Необходимо отметить, что ручная настройка области изображения позволила избежать технических сложностей, связанных с повышенной флокуляцией стеклянных волокон и интерполяцией света.

Данный прибор позволяет изучать препараты при разном увеличении. Для приготовления препарата на предметное стекло наносили небольшое количество волокон и разбавляли дистиллированной водой. Затем препаратовальными иглами массу тщательно разделяли на отдельные волокна и покрывали препарат чистым покровным стеклом, подводя его сбоку, чтобы избежать попадания пузырьков воздуха. Излишки воды удаляли при помощи фильтровальной бумаги. Убедившись, что препарат приготовлен правильно, помещали его на предметный столик микроскопа. Длину волокна измеряли с помощью микроскопа с окулярной линейкой. Полученные результаты обрабатывали на компьютере, при этом получали средние и средневзвешенные значения длины волокна, а также распределение волокон по фракционному составу, выраженное в числовых и взвешенных процентах.

В ходе работы были исследованы наиболее часто используемые в бумажном производстве марки стеклянных волокон: нанотонкое волокно диаметром 0,1 мкм (НТВ-0,1), микротонкое волокно диаметрами 0,25 и 0,4 мкм (соответственно МТВ-0,25 и МТВ-0,4); ультратонкое волокно диаметром 0,6 мкм (УТВ-0,6); супертонкое волокно диаметром 3 мкм (СТВ-3,0).

Во избежание ошибок проводили три параллельных определения для каждой исследуемой пробы. Результаты измерений легли в основу расчета среднеарифметической (деление общей условной длины всех волокон на их количество) и средневзвешенной (в расчете используют массовую долю фракций с разной длиной) длин волокон. Среднеарифметическая длина волокна и количество коротковолокнистых фракций, выраженное в процентах, всегда меньше средневзвешенной длины волокна и массовой доли коротковолокнистых фракций. Это различие тем больше, чем выше содержание в полуфабрикате коротких волокон. При этом считается, что именно средневзвешенная длина волокна более точно характеризует свойства волокнистого полуфабриката.

**Результаты микроскопических исследований длины (мм)
стеклянных штапельных волокон разных марок**

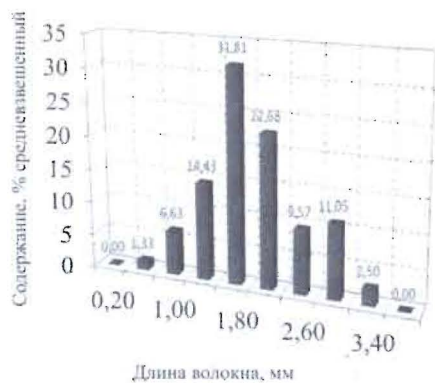
Марка волокна	Длина волокна	Параллельные определения			Среднее
		1	2	3	
НТВ-0,1	Среднеарифметическая	1,62	1,67	1,81	1,70
	Средневзвешенная	1,96	2,47	2,02	2,15
	Минимальная	0,08	0,06	0,11	–
	Максимальная	6,10	5,47	6,40	–
МТВ-0,25	Среднеарифметическая	3,01	2,79	2,94	2,91
	Средневзвешенная	3,53	3,32	3,41	3,42
	Минимальная	1,25	1,04	1,31	–
	Максимальная	7,03	6,30	6,44	–
МТВ-0,4	Среднеарифметическая	2,97	3,56	3,26	3,26
	Средневзвешенная	3,44	4,00	3,77	3,74
	Минимальная	0,95	0,99	0,93	–
	Максимальная	7,44	10,57	8,03	–
УТВ-0,6	Среднеарифметическая	5,04	4,86	4,99	4,96
	Средневзвешенная	5,78	5,67	5,75	5,73
	Минимальная	1,80	1,89	1,80	–
	Максимальная	12,24	10,15	12,70	–
СТВ-3,0	Среднеарифметическая	8,75	7,76	8,45	8,32
	Средневзвешенная	9,51	9,57	9,58	9,55
	Минимальная	2,66	2,07	2,11	–
	Максимальная	13,80	15,75	16,10	–

Примечание. Жирным шрифтом выделены «крайние» значения по длине волокон среди всех параллельных.

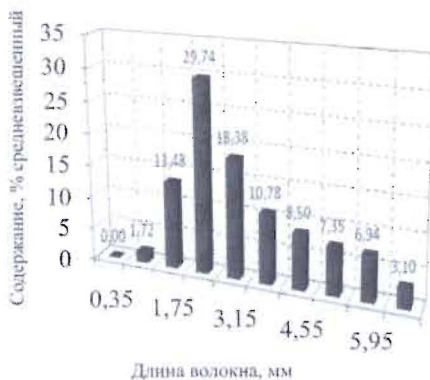
Результаты исследований длины волокна представлены в таблице и свидетельствуют о меньшей вариации средневзвешенной длины волокна между параллельными определениями для всех марок волокон по сравнению со среднеарифметической, что закономерно, учитывая особенности их вычисления.

Отмечено повышение средней длины волокна по мере перехода от нанотонких (НТВ-0,1) к супертонким (СТВ-3,0) волокнам.

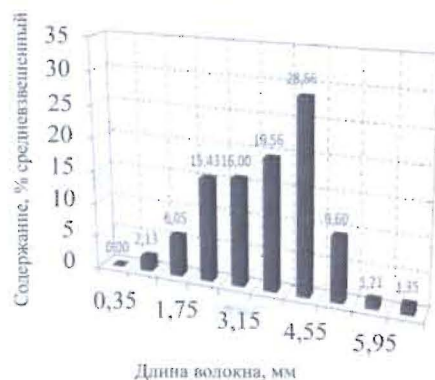
Установленная высокая полидисперсность по длине волокон обусловлена особенностями их получения и подтверждается большой разницей между минимальным и максимальным значениями по длине волокна независимо от марки. Например, интервалы вариации длины для НТВ-0,1 и СТВ-3,0 составили 6,34 и 14,03 мм соответственно. Из данных, представленных в таблице, следует, что при увеличении диаметра исследуемых стеклянных волокон интервал вариации по длине также возрастает.



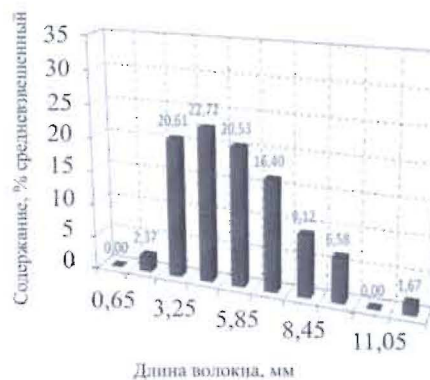
а



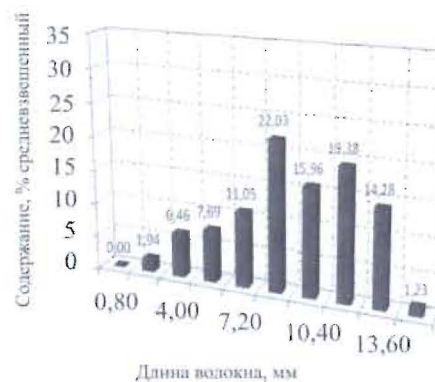
б



в



г



д

Фракционный состав по длине волокон разных марок: а – НТВ-0,1; б – МТВ-0,25; в – МТВ-0,4; г – УТВ-0,6; д – СТВ-3,0

Для получения более полной картины были построены гистограммы фракционного распределения волокон по длине (см. рисунок).

Распределения по длине, представленные на графиках, близки к нормальному. При этом для волокон марок НТВ и МТВ пики распределения

более выражены, а диапазон, в котором находится основная масса волокон в выборке, более узкий, чем для марок УТВ и СТВ. Данный факт обусловлен более высокой полидисперсностью по длине стеклянных волокон с большим диаметром.

Необходимо отметить, что используемый в работе метод определения длины волокна достаточно трудоемкий и длительный. Поэтому для производителей бумаг специального назначения с использованием минеральных волокон остро стоит вопрос разработки унифицированных методов определения длины волокна, учитывающих особенности его физических свойств и позволяющих проводить контроль длины в он-лайн режиме.

Основные выводы по данной работе представлены ниже.

1. Установлена высокая полидисперсность исходных стеклянных волокон по длине независимо от их марки.

2. Экспериментально показана прямо пропорциональная зависимость между длиной и диаметром волокон.

3. Для более полного и точного представления о длине волокна корректнее пользоваться средневзвешенными значениями, при этом разница между среднечисловыми и средневзвешенными значениями тем больше, чем меньше длина волокон, т.е. чем больше содержание короткой фракции.

Поступила 20.10.11

V.V. Kovalenko¹, N.V. Sysoeva¹, V.K. Dubovoy², A.I. Bezlakovski³

¹Northern (Arctic) Federal University named by M.V. Lomonosov

²Saint-Petersburg State Technological University of Plant Polymers

³JSC «Novgorod Mill of Glass Fiber»

Fractional Composition Along the Length of Staple Glass Fibers which are Used in Paper-Making Production, Measuring Methods

Dependes of changes glass fibers length on their diameters in shown. The choice of a method to present the result of glass fibers length measurement is recommended. The polydispersity of fiber length is confirmed, fractional composition based on the length of staple glass fibers of various types used for production of special types of paper is determined.

Keywords: mineral fibers, length of glass fiber, methods for determining the length of fiber, measuring methods.