



ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.017

А.С. Смолин, Я.С. Мурашов

С.-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров

Смолин Александр Семенович окончил в 1962 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии бумаги и картона С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет более 130 научных трудов в области изучения процессов бумажно-картонного производства, химии бумаги, использования вторичного волокна.
E-mail: smolin@gturp.spb.ru



Мурашов Ярослав Сергеевич родился в 1984 г., окончил С.-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, магистр Технологического университета г. Лаппеенранта (Финляндия), аспирант СПбГТУ РП.
E-mail: jaros25@yandex.ru



ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА НА ПОКАЗАТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ СЖАТИЮ НА КОРОТКОМ РАССТОЯНИИ

Исследована эффективность использования метода сжатия на коротком расстоянии для контроля прочностных характеристик картона-лайнера и флютинга по сравнению с другими существующими методами; выявлены основные закономерности, справедливые для этого метода.

Ключевые слова: прочностные характеристики, метод сжатия на коротком расстоянии, SCT, гофрированный картон, картон-лайнер, флютинг.

В наши дни наиболее массовым, перспективным и востребованным продуктом целлюлозно-бумажной промышленности России является тарный картон, который используется для производства гофрокартона и тары.

Упаковка в современных условиях рассматривается как метод создания потребительских предпочтений и средство удовлетворения социальных потребностей общества, производителей, продавцов и индивидуальных пользователей. Подобное двойное назначение упаковки проявляется благодаря присутствию ей функций: защитной, информационной и формирующей количественные характеристики товара.

При производстве тарного картона, как и других материалов, производители стремятся поддерживать качество и

рентабельность продукции на высоком уровне. Для этого предприятия чаще всего выбирают путь модернизации картоноделательной машины (КДМ). Однако следует учитывать и то, что возможным решением является осуществление контроля над качественными показателями готовой продукции.

Требования к перечню и уровню характеристик тарного картона, по которым происходит оценка качества, в настоящее время существенно отличаются для внутреннего и внешнего рынка. В последнем случае больше внимания уделяется характеристикам деформативности. Методики, измеряющие деформационные способности гофрокартона и коробочного картона, различны. Причем предсказывать поведение ящиков из гофрированного картона при штабелировании значительно сложнее.

Было доказано, что измеренные сопротивления сжатию вдоль плоскости листа составляющих гофрокартона, т.е. картона для плоских слоев и бумаги для гофрирования, в сумме дают представление о прочности ящика.

В Европе огромное распространение получил метод измерения сопротивления образцов бумаги и картона сжатию на коротком расстоянии (SCT). Характеристика продукции по этому показателю считается обязательной на мировом рынке картона. Однако в России метод не стандартизирован, что создает огромную проблему при реализации картона за рубеж.

На кафедре технологии бумаги и картона СПбГТУ РП была проведена работа, цель которой – исследование эффективности использования метода сжатия на коротком расстоянии для контроля прочностных характеристик картона-лайнера и флютинга по сравнению с другими существующими методами и выявление основных закономерностей, справедливых для него.

Для реализации указанной цели были предложены следующие направления исследований:

определить структурно-размерные характеристики (толщина, масса 1 м^2) образцов картона-лайнера и флютинга;

исследовать механические характеристики (разрушающее усилие при сжатии кольца) образцов картона-лайнера и флютинга с помощью методов ГОСТ;

определить сопротивление сжатию на коротком расстоянии в поперечном направлении для образцов картона-лайнера и флютинга методом SCT;

на основе анализа полученных данных сделать выводы о наблюдаемых зависимостях и эффективности данного метода.

Потребительские свойства гофрированного картона и ящиков зависят, прежде всего, от вида и совокупности свойств картона-лайнера и флютинга.

Механическая прочность картона-лайнера и бумаги для гофрирования определяет возможность их переработки на гофроагрегате и последующие потребительские свойства тары. Необходимо отметить, что поведение материалов при механическом воздействии складывается из способности к деформированию (жесткость при растяжении и изгибе, вязкоупругие свойства, устойчивость и т.д.) и прочности. Выделяют два вида нагрузок на ящики: динамические, вследствие удара при свободном падении, и статические, обусловленные сжатием и растяжением при штабелировании и перемещении.

В условиях усовершенствования погрузочно-разгрузочных работ вероятность динамических нагрузок значительно снижается, при этом резко возрастают требования к жесткости тары. Это обусловлено тем, что вместимость транспортных средств и складских помещений стремятся увеличить за счет высоты штабелей.

Анализ стандартных методов, применяемых зарубежными потребителями продукции для характеристики механических свойств картона-лайнера и флютинга, показывает, что они претерпели значительные изменения. Так, некоторые потребители при оценке механических свойств отказываются от использования такого показателя, как сопротивление продавливанию, отдавая предпочтение показателям, характеризующим прочность на сжатие в поперечном направлении (важность высокого уровня сопротивления продавливанию при этом не отрицается).

Традиционным методам, которые применяют для измерения сопротивления сжатию картона-лайнера и

флютинга, в том числе RCT (метод определения разрушающего усилия при сжатии кольца картона-лайнера) и ССТ (метод определения сопротивления торцовому сжатию гофрированного образца флютинга), которые регламентированы ГОСТ, присущи недостатки, вызванные зависимостью размеров контрольных образцов и метода их подготовки от конструкции контрольно-измерительного прибора [3]. Можно выделить два основных. Во-первых, верхняя торцевая плоскость контролируемого образца при испытании свободно соприкасается с верхней контрольной пластиной измерительного прибора, что может вызывать разрушение его торца. Во-вторых, трудно добиться абсолютной параллельности контрольных пластин и торцов контрольного образца, и если отклонение от параллельности велико, то в определенных местах контрольного образца возникает концентрация напряжений.

Недостатком метода RCT является возможность коробления, которое возникает, особенно, на концах контрольного образца, замкнутого в кольцо.

При использовании метода ССТ проявляются торцевые эффекты на двух вертикальных торцах. На сопротивление сжатию оказывают влияние нагревание и формование в лабораторной гофрировальной машине. Помимо этого, существуют расхождения и в методике определения ССТ.

Важным качественным показателем бумаги для гофрирования является сопротивление плоскостному сжатию (СМТ). Серьезным недостатком данного метода является то, что на его выполнение требуется много времени и для получения удовлетворительных результатов необходима высокая точность измерения [2].

Рассмотрим определение жесткости тарного картона методом SCT.

Между сопротивлением сжатию вдоль плоскости картона-лайнера и

флютинга и сопротивлением торцовому сжатию изготовленного из них гофрированного картона наблюдается тесная зависимость. Сопротивление сжатию гофрированного картона, в свою очередь, во многом лимитирует жесткость потребительской тары из этого материала. Следовательно, необходимо, чтобы указанные методы давали возможность определять сопротивление сжатию независимо от других свойств материала.

Считается, что сопротивление сжатию вдоль плоскости картона измерить труднее, чем сопротивление растяжению. Традиционными методами, которые используют в России, являются RCT и ССТ. Однако на внешнем рынке, в первую очередь в Европе, большинство потребителей и производителей тарного картона в последнее время отдают предпочтение показателю SCT.

Он быстро получил признание не только у производителей картона-лайнера и флютинга, но и у производителей гофрокартона, применяющих этот метод при оценке качества полуфабрикатов и оптимизации сопротивления ящиков сжатию.

Хотя метод SCT недостаточно широко распространен в России, однако наши предприятия, поставляющие тарный картон на экспорт, сталкиваются с необходимостью его использования.

По мнению разработчиков и пользователей, метод имеет преимущества перед другими (например, RCT и ССТ) по скорости и точности, обеспечивает «чистое» сжатие вдоль плоскости образца. База испытаний составляет всего $(0,70 \pm 0,05)$ мм и сопоставима с толщиной материала, что предотвращает бифуркацию образца: деформация происходит в результате сжатия, а не из-за потери устойчивости или влияния краевых эффектов. Метод сжатия на коротком расстоянии отражает действительное усилие, необходимое для разрушения структуры межволоконных связей [1].

Таблица 1

Образцы картона-лайнера и бумаги для гофрирования, использованные при проведении экспериментов

Производитель	Волокно	Масса 1 м ² образца, г																
		80	90	95	100	105	110	112	115	120	125	135	140	150	160	175	200	225
Картон-лайнер																		
ОАО «Группа Илим» (г. Коряжма)	Первичное		+			+	+		+		+		+			+	+	+
ОАО «Архангельский ЦБК»	«								+		+		+					
ОАО «Выборгская целлюлоза»	«						+		+	+	+	+	+	+				
ОАО «Светогорск»	«								+	+	+						+	
ОАО «Сегежский ЦБК»	«									+								
ОАО «Монди СЛПК»	«									+								
ОАО «БФ «Коммунар»	Вторичное								+				+					
Бумага для гофрирования																		
ОАО «Группа Илим» (г. Коряжма)	Первичное	+	+	+	+	+		+			+		+			+	+	
ОАО «БФ «Коммунар»	Вторичное				+						+							
ООО «Окуловская БФ»	«							+										
ООО «Сухонский ЦБК»	«										+							

Примечание. Плюсом обозначены образцы, участвовавшие в эксперименте.

Таблица 2

Физико-механические характеристики картона для плоских слоев гофрокартона

Предприятие	Масса 1 м ² , г	Толщина, мкм	Разрушающее усилие при сжатии кольца, Н	Сопротивление сжатию на коротком рас- стоянии, кН/м	Индекс сжатия, кН·м/кг
Первичное волокно					
ОАО «Группа Илим» (г. Коряжма)	90	120	84	2,0	22,3
	105	141	114	2,4	24,4
	110	160	132	2,5	22,5
	115	162	156	2,7	26,3
	125	165	232	2,7	28,3
	140	210	315	2,9	20,4
	175	240	261	3,6	20,2
	200	270	306	4,1	20,6
	225	280	341	4,7	25,3
ОАО «Архангельский ЦБК»	115	162	123	2,4	21,1
	125	181	172	2,7	21,2
	140	200	239	2,7	19,2
ОАО «Выборгская целлюлоза»	110	100	99	2,2	19,6
	115	120	143	2,7	25,1
	120	130	151	2,8	22,5
	125	140	166	3,0	22,4
	135	145	175	3,4	19,6
	140	160	206	3,1	22,4
	150	174	242	3,5	23,0
ОАО «Светогорск»	120	150	141	3,4	25,7
	125	160	177	3,2	26,1
	135	165	199	3,3	22,4
	175	220	297	4,4	25,1
ОАО «Сегежский ЦБК»	125	181	176	3,4	23,6
ОАО «Монди СЛПК»	125	161	189	2,6	21,6
Вторичное волокно					
ОАО «БФ «Коммунар»	115	179	107	2,2	19,0
	140	230	140	3,0	21,4

В качестве исследуемых объектов нами были отобраны образцы картона для плоских слоев (лайнер) и бумаги для гофрирования (флутинг), произведенных на предприятиях, находящихся на территории России. Для фиксирования необходимых зависимостей были использованы образцы с различными массами 1 м² (табл. 1). В качестве исходного сырья для производства данных видов продукции предприятия используют либо первичное, либо вторичное волокно

(табл. 1). Это значительно влияет на прочностные показатели образцов, что необходимо учитывать в работе.

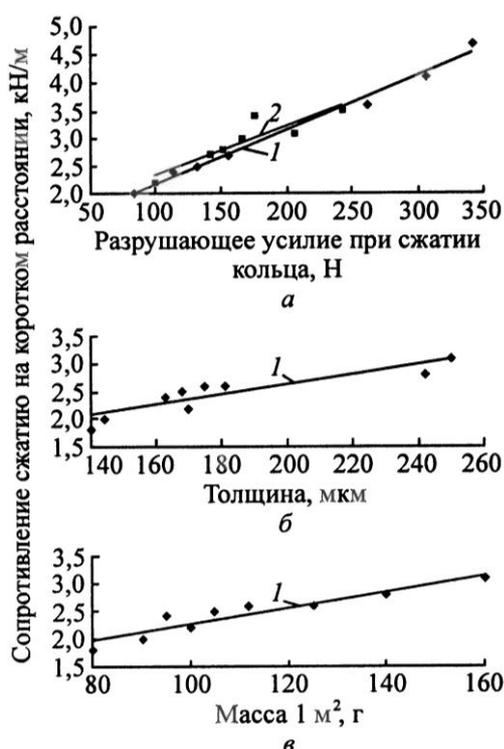
После проведения ряда опытов и обработки данных были получены физико-механические характеристики испытуемых образцов картона-лайнера (табл. 2) и флутинга (табл. 3).

На основе анализа экспериментальных данных были построены графики зависимости для каждой группы образцов (см. рисунок).

Таблица 3

Физико-механические характеристики образцов бумаги для гофрированных слоев гофрокартона

Предприятие	Масса 1 м ² , г	Толщина, мкм	Разрушающее усилие при сжатии кольца, Н	Сопротивление сжатию на коротком рас- стоянии, кН/м	Индекс сжатия, кН·м/кг
Первичное волокно					
ОАО «Группа Илим» (г. Коряжма)	80	140	67	1,8	22,0
	90	144	77	2,0	22,2
	95	163	81	2,4	22,1
	100	170	93	2,2	22,0
	105	168	112	2,5	22,9
	112	181	125	2,6	23,2
	125	175	171	2,6	23,7
	140	242	207	2,8	20,0
	160	250	261	3,1	23,4
	175	300	342	4,5	24,5
Вторичное волокно					
ОАО «БФ «Коммунар»	100	162	99	2,0	20,2
	125	195	151	2,4	18,9
ООО «Окуловская БФ»	112	185	101	2,1	18,8
ООО «Сухонский ЦБК»	125	–	144	2,4	19,0



Зависимость показателя SCT картона для плоских слоев гофрированного картона (а) и бумаги для гофрирования (б, в) от разрушающего усилия при сжатии кольца (а), толщины (б) и массы 1 м² бумаги (в): 1 – ОАО «Группа Илим (г. Коряжма); 2 – ОАО «Выборгская целлюлоза»

Полученные данные позволяют сделать вывод, что новый метод SCT достаточно информативен. При этом не всегда просматриваются прямые зависимости между этим показателем и другими характеристиками образцов.

В заключение следует отметить, что на данном этапе производится лишь наработка статистического материала по применению метода SCT. Очень многие тонкости еще не изучены, что оставляет большое поле для исследования.

На основе полученных нами результатов можно сделать следующие выводы.

1. Бумага для гофрирования и картон для плоских слоев, произведенные из первичного волокна, превосходят по показателям жесткости и прочности образцы, изготовленные на основе вторичного волокна.

2. Определение сопротивления сжатию на коротком расстоянии в поперечном направлении является доста-

точно информативным показателем для оценки жесткости бумаги и картона, что подтверждено результатами экспериментов.

3. Нет прямого соответствия и дублирования между показателями сжатия по кольцу и на коротком расстоянии. При использовании метода определения разрушающего усилия по кольцу возможны изгибы, что усложняет и делает полученные данные недостаточно точными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по применению прибора для определения сопротивления сжатию на коротком расстоянии «Buchel SCT».

2. *Комаров В.И.* Деформация и разрушение волокнистых целлюлозно-бумажных материалов. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002.

3. Лабораторный практикум по технологии бумаги и картона: Учеб. пособие / В.К. Дубовый [и др.]; под ред. В.И. Комарова, А.С. Смолина. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2006.

Поступила 22.11.10

A.S. Smolin, Ya.S. Murashov

Saint-Petersburg State Technological University of Plant Polymers

Influence of Physical-mechanical Characteristics of Material on Compression Strength at Short Distance

The efficiency of applying the compression method at short distance to control the strength characteristics of board-liner and flute in comparison with other existing methods is investigated, the main regularities of this method are revealed.

Keywords: strength characteristics, compression method at short distance, corrugated board, kraft-lined board, flute.