

УДК 676.017.

А. В. ГУРЬЕВ, В. И. КОМАРОВ

Архангельский государственный технический университет

Г. И. ЧИЖОВ

С.-Петербургская лесотехническая академия

ФОРМИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФОРМАТИВНОСТИ И ПРОЧНОСТИ КАРТОНА-ЛАЙНЕРА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ КДМ

Показано различное влияние основных технологических операций изготовления картона для плоских слоев гофрированного картона на характеристики его деформативности и прочности. При помощи статистических методов проведена оценка их изменчивости.

Different influence of the main technological operations of paperboard manufacturing for the flat layers of corrugated board on the properties of its deformity and strength has been revealed. The evaluation of their variability using statistic methods is carried out.

Картон для плоских слоев гофрированного картона должен обладать определенными потребительскими свойствами с учетом его последующего применения для изготовления тары различного назначения. В последнее время признается необходимость градации гофрированной тары на прочностную и жесткостную в зависимости от способности упаковываемой продукции воспринимать внешние нагрузки [7—9]. Принимая во внимание данную классификацию, можно предположить, что для первого вида тары более важны показатели прочности, а для второго — деформативности, прежде всего, упругие характеристики. Поскольку механические свойства гофротары зависят от совокупности свойств ее компонентов, представляется важным изучить деформативность и прочность картона для плоских слоев.

Для переработчиков картона и потребителей картонной тары важным является вопрос корреляции характеристик деформативности и прочности, т. е. происходит ли адекватное изменение их величин при намеренном или случайном изменении параметров технологического режима производства. Имеющиеся в литературе сведения о корреляции прочностных и деформационных показателей противоречивы. В то же время известно, что прочностные характеристики являются структурно-чувствительными (определяются различными дефектами структуры), а деформационные — интегральными, т. е. отражают поведение структуры материала в целом.

Действующим стандартом [3] качество картона для плоских слоев гофрированного картона регламентируется сопротивлением продавливанию и разрушающим усилием при сжатии кольца. Последняя характеристика отражает способность стенки картонной тары сохранять устойчивость при воздействии сжимающей нагрузки и во многом определяет потребительские ее свойства. Однако известно [4], что в процессе изготовления и последующей эксплуатации тары картон подвергается значительным растягивающим усилиям. Способность картона сопротивляться растяжению пока не нашла отражения в отечественной практике

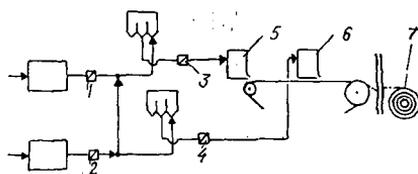
оценки его механических свойств. Частично это учтено лишь в стандарте на гофрированный картон [2], согласно которому с 01.01.94 вводится норма на величину удельного сопротивления растяжению по линии рилевки.

Формирование характеристик деформативности и прочности исследована нами совместно с НИЛ Котласского ЦБК в технологическом потоке КДМ-4 [1]. При проведении эксперимента вырабатывали картон с массой 1 м^2 175 г. Композиция основного слоя картона включала сульфатную небеленую хвойную целлюлозу и нейтрально-сульфитную листовенную полуцеллюлозу. Покровный слой изготавливали из сульфатной целлюлозы того же вида, но с более высокой степенью помола. Таким образом, по композиции исследуемый картон относится к крафт-лайнерам.

Следует заметить, что на разных предприятиях композиционный состав имеет свои особенности, что, в свою очередь, обуславливает особенности технологии и свойств готовой продукции. Поэтому к вопросу о деформативности и прочности картона нужно подходить, учитывая свойства конкретных полуфабрикатов и применяемую технологию. То же касается и возможности классификации картона для использования в составе тары различного назначения.

Отбор проб осуществляли в семи точках технологического потока (см. рисунок). При этом учитывали время прохождения массы по потоку. Лабораторные образцы соответствовали готовой продукции по массе 1 м^2 , композиции и относительному содержанию основного и покровного слоев: двухслойные, картон основного и покровного слоев. Для более достоверной оценки свойств картона проведено 14 отборов в течение полутора месяцев.

Схема расположения точек отбора проб в технологическом потоке КДМ: 1 — нейтрально-сульфитная целлюлоза после варки; 2 — сульфатная небеленая целлюлоза из сгустителя; 3, 4 — масса из баков постоянного уровня соответственно потоков основного и покровного слоев; 5, 6 — масса из напорных ящиков потоков основного и покровного слоев; 7 — картон с наката машины



Для оценки деформативности образцов картона лабораторного и производственного изготовления использовали характеристики, полученные по результатам испытаний на растяжение и изгиб: модуль упругости при растяжении, модуль в области предразрушения, деформация разрушения, работа разрушения, жесткость при изгибе и модуль упругости при изгибе. При испытаниях на растяжение с постоянной скоростью регистрировали зависимость «напряжение — деформация» ($\sigma - \epsilon$), которая, как показано в [5], может служить основой для комплексной оценки упруго-пластических и прочностных свойств целлюлозно-бумажных материалов. Обработку кривых $\sigma - \epsilon$ при испытании на растяжение проводили по методике, изложенной в работе [10], на изгиб — [6].

Прочностные свойства картона оценивали стандартными показателями (сопротивление продавливанию, разрушающее усилие при сжатии кольца), а также использовали характеристики разрывной длины и разрушающего напряжения (Последние отражают предельные значения прочности материала при растяжении).

Средние значения полученных характеристик прочности и деформативности всех видов образцов представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, при сравнении образцов, изготовленных до и после размола, наблюдается закономерный рост значений прочно-

Таблица 1

Изменение характеристик прочности и деформативности картона-лайнера в технологическом потоке КДМ

Вид образца	Сопро- тивление продав- ливанию P , кПа	Разру- шающее усилие при сжа- тии коль- ца, K , Н	Разрыв- ная длина L , м	Разру- шающее напря- жение ср., МПа	Модуль упруго- сти при растя- жении E_1 , МПа	Модуль в обла- сти пред- разру- шения E_2 , МПа	Дефор- мация разру- шения ср., %	Работа разру- шения Ар, мДж	Жест- кость при из- гибе EI , мН·см ²	Модуль упруго- сти при изгибе $E_{изг}$, МПа
Поступающая масса: основного слоя покровного слоя двухслойная	459	268	4300	27	4950	791	1,4	106	664	2450
	58	—	3550	14	2550	583	1,0	13	—	—
	584	338	4700	29	5050	773	1,6	126	1043	2700
Масса из бака постоянного уровня: основного слоя покровного слоя двухслойная	638	325	5750	37	4350	862	2,0	195	671	3000
	100	—	6650	34	5050	1192	1,3	25	—	—
	843	419	6500	44	6500	1135	1,8	142	1083	3750
Масса из напорного ящика: основного слоя покровного слоя двухслойная	679	342	6100	42	3600	957	2,2	221	646	3200
	96	—	6450	33	4900	1132	1,3	24	—	—
	885	436	6650	47	5200	1076	2,3	178	1037	3800
Картон направления: машинного поперечного	—	—	8600	51	4200	1500	2,0	226	1675	3250
	619	233	—	—	2200	320	2,4	140	565	1750

стных характеристик. Наибольшее влияние размол оказывает на прочность образцов покровного слоя. Сопротивление продавливанию в этом случае увеличивается на 72, разрывная длина — на 87 %, а разрушаю-

щее напряжение — в 2,4 раза. Такой характер изменения прочности прежде всего связан с более высокой степенью помола массы, из которой формируется покровный слой картона. Значения показателей прочности образцов основного слоя картона с увеличением степени помола также возрастают: сопротивление продавливанию — на 39, разрушающее усилие при сжатии кольца — на 21, разрывная длина — на 34 и разрушающее напряжение — на 81 %.

Прочностные свойства двухслойных образцов несомненно зависят от прочности отдельных слоев, но вклад каждого из них будет различным. Явной аддитивности свойств как в численном, так и в относительном их изменении под действием технологических факторов не наблюдается. Из стандартных показателей, полученных для двухслойных образцов, наибольшее влияние размол оказывает на сопротивление продавливанию. Отмечено его увеличение на 44 %. Разрушающее усилие при сжатии кольца возрастает на 24 %.

Также оценивали влияние размола на деформативность образцов картона. В целом и в этом случае наблюдается увеличение значений характеристик. Однако, если для образцов покровного слоя заметен значительный рост исследуемых величин (например, модуль упругости при растяжении, модуль в области предразрушения и работа разрушения увеличиваются примерно в 2 раза по сравнению с одноименными характеристиками у образцов из неразмолотой массы), то для основного слоя картона увеличение происходит в значительно меньшей степени. Так, модуль в области предразрушения возрастает на 9, модуль упругости при изгибе — на 24 %. Значение жесткости при изгибе практически не изменяется, а модуль упругости при растяжении уменьшается на 12 %. Относительное увеличение характеристик деформативности двухслойных образцов картона после размола также несколько ниже прочностных показателей.

Таким образом, можно предположить, что свойства покровного слоя оказывают большее влияние на формирование деформативности крафт-лайнера, чем на его прочность. В то же время следует заметить, что при сопротивлении различным видам нагрузок ведущая роль несомненно принадлежит основному слою картона.

Сравнение показателей образцов картона, изготовленных из массы, отобранной из баков постоянного уровня (точки отбора 3 и 4) и из напорных ящиков основного и покровного слоев (точки отбора 5 и 6) дает возможность оценить влияние, оказываемое на исследуемые характеристики разбавлением целлюлозной суспензии оборотной водой и добавлением находящегося в последней мелкого волокна.

Установлено отрицательное влияние данного фактора на прочность образцов покровного слоя. Значение всех характеристик прочности для этих образцов снижается на 3...4 %. Добавка мелкого волокна при разбавлении регистровой водой положительно влияет на прочность образцов основного слоя и двухслойных, вызывая увеличение значений показателей на 4...6 %.

Характеристики деформативности образцов, изготовленных из разбавленной оборотной водой массы, изменяются неоднозначно. У образцов покровного слоя отмечено некоторое уменьшение модуля упругости при растяжении и модуля в области предразрушения. Значения общей деформации и работы разрушения остаются постоянными. Деформационные показатели образцов основного слоя и двухслойных изменяются более значительно, чем показатели прочности. Разбавление обуславливает снижение одних характеристик (например, модуля упругости при растяжении, жесткости при изгибе образцов обоих типов, модуля в области предразрушения образцов основного слоя) и увеличение дру-

Таблица 2

Изменение коэффициента вариации показателей прочности и деформативности картона-лайнера в технологическом потоке КДМ

Вид образца	Коэффициент вариации для показателей									
	Л	К	L	σ_p	E ₁	E ₂	ϵ_p	A _p	EI	E _{изг}
Поступающая масса: основного слоя покровного слоя двухслойная	14,6	8,6	8,8	10,4	17,5	22,6	11,6	18,5	12,6	10,8
	26,2	—	—	59,0	45,3	34,7	14,5	39,7	—	—
	13,4	8,6	8,1	11,7	18,6	23,8	13,7	18,3	8,9	14,3
Масса из бака постоянного уровня: основного слоя покровного слоя двухслойная	7,4	10,3	6,7	9,6	18,4	18,2	7,6	19,6	14,3	15,0
	19,8	—	—	29,3	39,4	32,4	11,0	28,9	—	—
	9,7	8,7	9,3	4,6	21,1	19,2	13,1	13,4	15,7	9,1
Масса из напорного ящика: основного слоя покровного слоя двухслойная	7,5	10,9	7,6	10,1	10,3	11,9	11,0	20,6	16,9	14,0
	24,6	—	—	29,6	41,3	25,3	13,6	42,9	—	—
	8,1	8,4	8,2	6,9	20,2	21,4	11,0	14,2	16,6	9,9
Картон	5,5	7,1	5,9	6,7	12,3	12,0	6,3	8,3	25,9	13,0

гих (деформации разрушения, работы разрушения, модуля упругости при изгибе образцов основного слоя и двухслойных).

Полученные результаты позволяют говорить о различном влиянии добавления мелочи оборотной воды на прочность и деформативность исследуемых образцов. Причем, большее влияние этот фактор оказывает на формирование деформационных свойств.

Характеристики деформативности и прочности подвергали статистическому анализу с целью оценки их изменчивости. Показателем изменчивости является коэффициент вариации. Его значения для разных характеристик и видов образцов представлены в табл. 2. Выявлено, что коэффициенты вариации деформационных показателей картона производственного изготовления, за исключением деформации разрушения, выше, чем прочностных. Это позволяет сделать вывод о меньшей стабильности показателей деформативности, поскольку в производственных условиях их формирование не принимается во внимание, а уро-

вень — не регулируется. Следовательно, неизбежны их значительные колебания для одного вида картона, удовлетворяющего по прочности требованиям стандарта. Прежде всего это относится к упруго-пластическим свойствам картона-лайнера, входящего в состав гофрированной тары жесткостного типа.

Значения коэффициента вариации характеристик деформативности и прочности лабораторных образцов по потоку несколько возрастают, но тенденция большей изменчивости деформационных показателей сохраняется.

Выводы

1. Основные технологические факторы производства картона для плоских слоев гофрированного картона оказывают различное влияние на формирование его деформационных и прочностных свойств.

2. Процесс размола полуфабрикатов больше влияет на уровень деформативности.

3. Внесение в массу с оборотной водой мелкого волокна вызывает снижение значений характеристик деформативности и прочности у образцов покровного слоя картона.

4. Свойства покровного слоя оказывают преимущественное влияние на формирование деформативности картона.

5. Характеристики деформативности образцов картона машинного и лабораторного изготовления обладают большей изменчивостью по сравнению с прочностными показателями. Причиной этого является, прежде всего, то, что технологический режим производства установлен и регулируется для обеспечения регламентируемого уровня стандартных показателей качества.

6. При оценке качества картона для плоских слоев следует учитывать его последующее применение для изготовления прочной либо жесткой тары. Для первого вида определяющими будут прочностные свойства, для второго — деформационные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Влияние качества целлюлозных полуфабрикатов на характеристики картона / В. И. Комаров, А. В. Гурьев, Г. И. Чижов и др. // Тез. докл. Российского научно-техн. семинара «Новые достижения в технологии волокнистых полуфабрикатов», г. Коряжма Архангельской области, 9—10 сент. 1992 г.— М., 1992.— С. 22—23. [2]. ГОСТ 7376—89. Картон гофрированный. Общие технические условия.— Введ. 01.01.92. до 01.01.96.— М.: Изд-во стандартов, 1989. [3]. ГОСТ 7420—89. Картон для плоских слоев гофрированного картона. Технические условия.— Введ. 01.01.91. до 01.01.96.— М.: Изд-во стандартов, 1990. [4]. Данилевский В. Д. Картонная и бумажная тара.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 216 с. [5]. Комаров В. И. Анализ зависимости «напряжение — деформация» при испытаниях на растяжение целлюлозно-бумажных материалов // Лесн. журн.— 1993.— № 2—3.— С. 123—131.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Комаров В. И., Фляте Д. М. Жесткость бумаги при изгибе // Бум. пром-сть.— 1973.— № 6.— С. 3—4. [7]. Личман В. Ф., Высота А. М. Жесткость и прочность как основа определения надежности картонной тары // Системы управления качеством продукции и автоматизация целлюлозно-бумажного производства: Сб. науч. тр.— Киев: УкрНИИБ, 1991.— С. 12—15. [8]. Личман В. Ф. Два подхода при одном научном решении классификации картонной тары и тарного картона по нагрузкам // Бум. пром-сть.— 1990.— № 7.— С. 12—15. [9]. Определение требований к картонной таре / Е. А. Мысякова, П. Н. Варенцов, В. Н. Судакова и др. // Совершенствование технологии тарного картона и картонной тары: Сб. тр. ВНИПИЭИлеспром.— М., 1986.— С. 17—20. [10]. Хабаров Ю. Г., Комаров В. И. Оценка последовательности разрушения целлюлозных волокнистых материалов // Бум. пром-сть.— 1973.— № 6.— С. 2—3.