

УДК 676.6

Н.В. Сысоева, А.В. Гурьев, В.И. Комаров

Сысоева Наталья Владимировна родилась в 1976 г., окончила в 1999 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 10 печатных работ в области исследования характеристик жесткости полуфабрикатов для производства гофрированного картона.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ КАРТОНА-ЛАЙНЕРА В РАЗМОЛЬНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ОТДЕЛЕ

Показана возможность регулирования жесткости картона путем изменения параметров размола. Установлено, что раздельный размол полуфабрикатов (целлюлоза и НСПЦ) способствует повышению жесткости картона, а добавка двухкомпонентной системы химикатов на основе катионного крахмала позволяет не только повысить удержание и обезвоживание на сетке, но и улучшить процесс формирования картонного полотна и, как следствие, увеличить прочность и жесткость готовой продукции.

Ключевые слова: средняя длина волокна, коротковолокнистая фракция, крафт-лайнер, жесткость при изгибе и растяжении, деформативность, удержание, обезвоживание, катионный крахмал, сопротивление сжатию вдоль плоскости, разрушающее усилие при сжатии кольца.

В настоящее время картонная тара является наиболее экономичным и прогрессивным видом тароупаковочной продукции. На ее долю приходится более 80 % всего производимого в мире картона [12]. Основной функцией тары из гофрокартона является защита ее содержимого от повреждений. Потребительские свойства гофрированного картона и тары из него зависят, прежде всего, от вида и совокупности свойств исходных материалов.

Таблица 1

Методы определения характеристик качества картона-лайнера

Характеристики	ГОСТ	ISO	TAPPI	SCAN
Масса 1 м ² (Grammage), г	13 199	535	T410	P6
Толщина (Thickness), мм	27 015	534	T411	P7
Сопротивление продавливанию (Bursting strength), кПа	13 525,8	2 758	T403	P24
Поверхностная впитываемость воды по Коббу (верхняя сторона) (Cobb sizing), г/м ²	12 605	535	T441	P12
Разрушающее усилие при сжатии кольца в поперечном направлении (Ring crush nest (RCT)), Н	10 711	–	T818 T822	P24
Влажность (Moisture test), %	13 525,19	287	T412	P4
Сопротивление сжатию короткого образца (Shot span compression test (SCT)), кН/м	–	9 895	T826	P46
Воздухопроницаемость (пористость) по Gurley (Air permeance, Gurley), с/100 мл	–	5 636/5	T460	P19 P53
Прочность (жесткость) при растяжении (Tensile strength (tensile stiffness S_t)), кН/м	–	1 924/2	T494	P38
Прочность в z-направлении (энергия внутренних связей) (Internal bond strength), Дж/м ² или Дж	–	–	T883 T541	P80
Прочность поверхности по Дениссону (номер воскового состава)	–	–	T459	–

Поведение материалов при механическом воздействии складывается из способности к деформированию (жесткость при растяжении, сжатии и изгибе, вязкоупругие свойства, устойчивость) и прочности [7].

Однако вопрос о том, какие именно свойства бумаги и картона и характеризующие их показатели должны приниматься во внимание, в мировой практике решается неоднозначно [4].

Анализ международных и отечественных систем стандартов позволяет сделать вывод о значительных отличиях в подходах к оценке качества картона-лайнера и флютинга. Как видно из приведенных в табл. 1 данных, методы определения жесткости при растяжении S_t (tensile stiffness), жесткости при изгибе S_b (bending stiffness) и сопротивления сжатию (SCT) стандартизованы в большинстве рассматриваемых систем (ISO, SCAN, TAPPI) и являются перспективными в практике оценки качества компонентов гофрированного картона. В России вопрос об их применении остается открытым.

Для измерения показателей жесткости при растяжении, сжатии и изгибе разработаны специальные приборы, которые применяются на многих зарубежных предприятиях-производителях картона-лайнера, флютинга и гофрированного картона. Наиболее часто используются приборы фирм «Lorentzen & Wettre» и «Messmer Buchel» [13, 14].

Таблица 2

Изменение средней длины волокна в потоке производства картона

Точка отбора массы	Длина, мм		Доля волокон длиной менее 1,2 мм, %
	средняя	средне- взвешенная	
1. Целлюлоза для основного слоя	2,50	2,99	14,63
2. Целлюлоза для покровного слоя	2,50	2,94	14,52
3. НСПЦ	1,13	1,35	62,00
4. Выход мельниц основного слоя	2,33	2,88	18,21
5. После размола основного слоя	2,14	2,68	25,43
6. Напорный ящик основного слоя	2,02	2,51	28,33
7. Вход мельниц покровного слоя	2,26	2,73	18,33
8. После 1-й ступени размола покровного слоя	2,23	2,73	21,44
9. После 2-й ступени размола покровного слоя	2,07	2,58	26,29
10. Напорный ящик покровного слоя	1,95	2,44	28,90
11. Регистровая вода	0,28	0,58	97,38

Примечание. Среднюю длину волокон получают делением общей условной длины волокон на их количество; при определении средневзвешенной длины в расчет принимают массовую долю фракций с разной длиной.

Факторы, оказывающие влияние на жесткость картона-лайнера, можно объединить в три основные группы: свойства полуфабрикатов и параметры подготовки массы; действие химических добавок; параметры работы картоноделательной машины (КДМ).

Традиционно о пригодности волокон технической целлюлозы и полцеллюлозы для производства бумаги и картона судят по степени помола (СП) и способности к обезвоживанию, поскольку текущий технологический контроль анатомических и морфологических свойств волокон в производстве – трудоемкий процесс даже при наличии современных анализаторов [2, 5, 10].

Для получения более полной картины в ходе обследования технологического потока производства картона на КДМ нами были определены геометрические размеры и фракционный состав по длине волокон целлюлозы и происходящие с этими характеристиками изменения с целью выявить их влияние на жесткость и деформативность крафт-лайнера. Данные микроскопического анализа волокон представлены в табл. 2. Для исследования использовали микроскоп «Биолар».

Схема расположения точек отбора проб приведена на рис. 1.

Для случая, представленного в табл. 2, на варку целлюлозы для основного и покровного слоев подавали щепу с содержанием нормальной и мелкой фракций соответственно 82,7 и 12,2 %. Установки для варки целлюлозы для основного и покровного слоев отличаются технологическим регламентом. Целлюлоза, отобранная после варки из выдувных резервуаров,

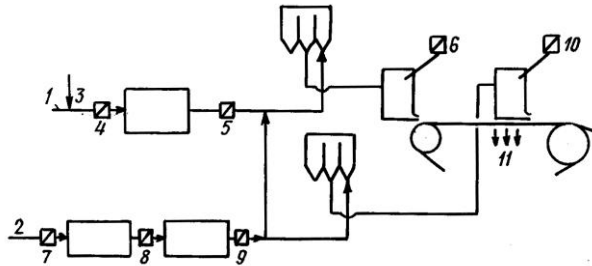


Рис. 1. Схема точек отбора проб в потоке производства крафт-лайнера: 1, 2 – целлюлоза для основного и покровного слоев; 3 – добавка НСПЦ; 4, 7 – вход мельниц основного и покровного слоев; 5 – после размола основного слоя; 6, 10 – напорный ящик основного и покровного слоев; 8, 9 – после первой и второй ступеней размола покровного слоя; 11 – регистра вода

имела следующие свойства: жесткость соответственно для основного и покровного слоев 72,2 и 70,7 ед. Каппа; непровар 2,7 и 2,3 %; СП на обоих потоках 12,5 °ШР.

Представленные в табл. 2 значения средней длины волокна всегда меньше средневзвешенной, и это различие тем больше, чем больше содержание в полуфабрикате коротких волокон [2]. Коротковолокнистой фракцией считается фракция волокон целлюлозы длиной менее 1,2 мм, процентное содержание которой оказывает существенное влияние на деформационные свойства бумаги и картона [1].

Средняя и средневзвешенная длина волокна сульфатной небеленой целлюлозы практически не отличаются от показателей технической целлюлозы, произведенной в двух разных варочных установках. Коэффициенты корреляции средней длины целлюлозных волокон после варки и доли мелкой фракции щепы, поступающей на варку, для потоков основного и покровного слоев соответственно составляют $-0,64$ и $-0,69$ (значимый $r = 0,62$). Следовательно, средняя длина волокна обусловлена количеством мелкой фракции в щепе, поступающей на варку.

Особенностью технологии изготовления картона на исследуемой КДМ является совместный размола компонентов массы основного слоя (целлюлоза и листовая нейтрально-сульфитная полуцеллюлоза (НСПЦ)) в одну ступень. Значительное снижение средней длины после размола массы основного слоя вызвано не столько режущим действием гарнитуры дисковых мельниц, сколько добавкой в массу перед размолом НСПЦ в количестве до 15 %, содержание коротковолокнистой фракции в которой составляет в среднем 62 %. Средняя и средневзвешенная длина волокон хвойной сульфатной целлюлозы до и после 1-й ступени размола массы покровного слоя практически не изменяется. Снижение средней и средневзвешенной длины наблюдается в напорном ящике основного слоя, где доля мелкой фракции

Таблица 3

**Изменение фракционного состава волокна
в потоке производства крафт-лайнера**

Точка отбора массы	Доля, %, фракции размером, мм				
	< 0,6	> 0,6...1,2	> 1,2...2,4	> 2,4...3,6	> 3,6
1	2,07±0,99	12,56±4,96	32,86±3,40	34,62±4,10	18,10±2,47
2	1,67±0,77	12,84±6,25	32,70±3,41	34,56±3,27	18,23±2,65
3	5,33±0,68	56,70±4,04	35,33±3,12	2,00±0,21	0,64±0,20
4	2,45±3,08	15,77±2,04	36,00±3,36	27,77±2,75	18,02±1,80
5	3,59±2,75	21,84±5,50	36,10±3,62	26,18±3,58	12,36±4,03
6	3,33±3,48	25,00±6,54	35,96±2,45	28,10±3,60	7,63±1,33
7	1,39±1,28	16,93±3,84	34,83±1,72	31,04±1,70	12,69±2,06
8	1,80±3,12	19,63±0,95	38,87±3,51	30,32±3,82	12,50±1,42
9	3,44±1,86	22,86±7,95	38,16±3,85	25,66±3,05	9,89±1,15
10	3,84±3,08	25,06±5,86	39,23±3,35	25,16±3,74	6,72±1,15
11	88,85±6,43	8,53±3,63	3,3±0,92	–	–

возрастает до 28,3 %. Это вызвано разбавлением массы оборотной водой, средняя длина волокна в которой равна 0,28 мм, а содержание мелкой фракции составляет более 95 %. Аналогичное снижение средней длины отмечено у массы, отобранной из напорного ящика покровного слоя с относительным содержанием мелкой фракции 28,9 %. Следовательно, основная часть мелочи добавляется в массу с оборотной водой.

Было проанализировано по десять проб в каждой точке отбора в течение трех месяцев (табл. 3). Относительная доля различных фракций имеет значительное расхождение, но общая тенденция накопления коротковолокнистой фракции в потоке в период проведения эксперимента остается постоянной. При этом происходит ухудшение обезвоживания и формования на сеточном столе КДМ. В результате усиливается неоднородность структуры картонного полотна, что приводит к снижению качественных характеристик крафт-лайнера. Одним из наиболее действенных способов решения данной проблемы является использование химических добавок в мокрой части КДМ.

На следующем этапе были детально обследованы все дисковые мельницы в потоке основного слоя крафт-лайнера. В целях оптимизации регулирования процесса размолла в зависимости от состава и свойств поступающих волокнистых полуфабрикатов и их влияния на характеристики жесткости крафт-лайнера использовали образцы картона лабораторного изготовления. Для исключения влияния СП были выбраны случаи, когда степень помола массы после размолла на всех мельницах составляла 17 °ШР. Влияние относительного содержания коротковолокнистой фракции и средней длины целлюлозы на деформационные свойства основного слоя картона представлено на рис. 2.

Из приведенных зависимостей видно, что при увеличении доли мелкой фракции от 6,7 до 36,7 % начальный модуль упругости в среднем снижается на 22,6 %, РСТ – на 10 %, жесткость при растяжении – на 8,7 %;

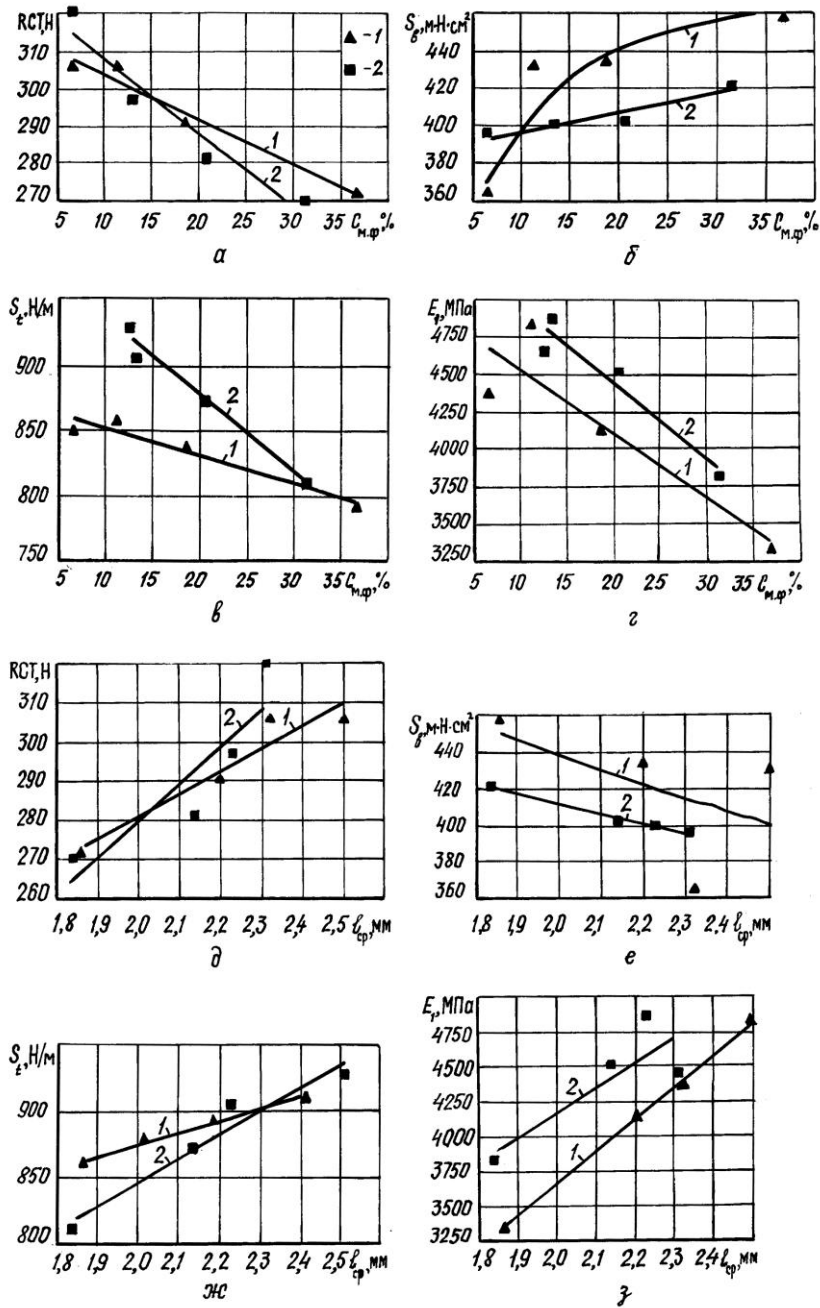


Рис. 2. Влияние фракционного состава массы (а-г) и средней длины волокна (д-з) на характеристики жесткости образцов основного слоя картона-лайнера: а, д – разрушающее усилие при сжатии кольца; б, е – жесткость при изгибе; в, ж – жесткость при растяжении; г, з – начальный модуль упругости (1, 2 – соответствуют мельницам 1, 2; $C_{m.f.}$ – доля мелкой (до 1,2 мм) фракции)

жесткость при изгибе увеличивается в среднем на 22,6 %. При повышении средней длины волокна от 1,84 до 2,50 мм жесткость при изгибе снижается на 6,5 %; модуль упругости, RCT и жесткость при растяжении возрастают в среднем соответственно на 36,0; 15,5 и 10,0 %.

Кроме того, было выявлено, что геометрические размеры волокон не оказывают существенного воздействия на показатель SCT, так как площадь приложения нагрузки при определении сопротивления торцевому сжатию составляет $(0,70 \pm 0,05)$ мм, что сопоставимо с толщиной материала и приблизительно в 3 раза меньше средней длины волокна. Поэтому принятое соотношение геометрических размеров предотвращает бифуркацию образца, и деформация происходит именно в результате сжатия, а не из-за потери устойчивости или влияния краевых эффектов [6, 13].

Полученные результаты подтверждают, что и в данном случае характеристики картона зависят от длины и фракционного состава волокон. На жесткость при изгибе в большей степени влияет фракционный состав, а не средняя длина волокна. При этом масса при одинаковой степени помола может иметь как коротко-, так и длинноволокнистые фракции.

Для оценки упругих свойств исследуемого материала были построены зависимости напряжение – деформация, которые позволяют оценить процесс деформации. Кривые, представленные на рис. 3, показывают, что

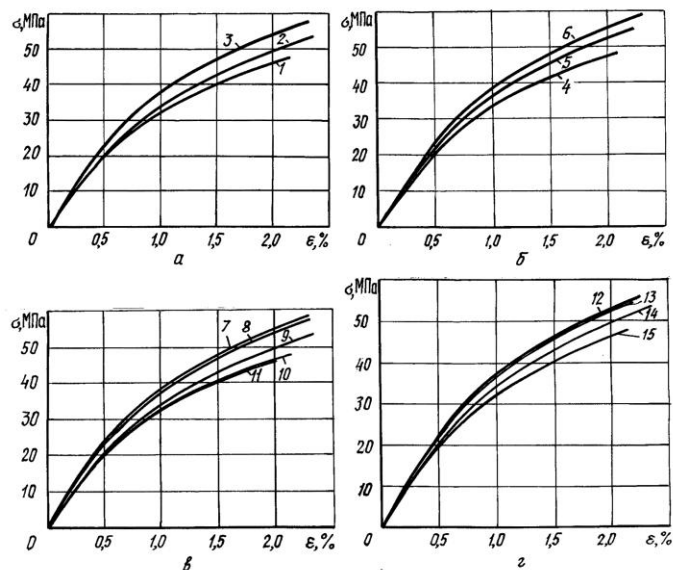


Рис. 3. Влияние степени помола (а) средней длины волокна (б), фракционного состава (доли мелкой фракции) (в) и относительного содержания НСПЦ (з) в бумажной массе основного слоя на зависимость напряжение – деформация ($\sigma - \epsilon$): 1 – 16 °ШР; 2 – 17; 3 – 19°ШР; 4 – 1,96 мм; 5 – 2,26; 6 – 2,35; 7 – 8,7 %; 8 – 10,1; 9 – 12,0; 10 – 23,3 %; 11 – 26,8 %; 12 – без НСПЦ; 13 – 6,7 % НСПЦ; 14 – 8,2; 15 – 12,3 %

упругие свойства материала и его способность к деформации прямо пропорциональны средней длине волокна и степени помола массы и обратно пропорциональны количеству коротковолокнистой фракции и содержанию НСПЦ.

Известно, что основными управляемыми факторами процесса размола являются продолжительность воздействия и удельное давление на волокна. Для исследования влияния этих факторов на свойства бумажной массы и качество картона в потоке была выделена одна из мельниц, поскольку изменение параметров ее работы не должно было вызывать существенных «возмущений» на КДМ.

Вначале изучали изменение свойств при увеличении нагрузки на мельницу и постоянном расходе массы, затем стабилизировали нагрузку и изменяли расход. Получено 22 варианта образцов основного слоя картона. В ходе эксперимента установлено, что при увеличении нагрузки на мельнице с 65 до 88 А (при постоянном расходе массы 142 м³/ч) начальный модуль упругости при изгибе $E_{\text{изг}}$, а также S_b , SCT и RCT возрастают соответственно на 33,0; 7,0; 14,5 и 17,0 %. Повышается СП массы на 34,4 % и доля мелкой фракции на 24,0 %, средняя длина волокна снижается на 16,2 %, что свидетельствует о сильном укорочении волокон с увеличением нагрузки (табл. 4). Таким образом, увеличение нагрузки на мельнице приводит к образованию более плотного и прочного листа с пониженными значениями толщины, что способствует повышению упругих свойств материала.

При изменении расхода массы с 84 до 202 м³/ч и постоянной нагрузке (80 А) понижается СП массы на 13,8 %, средняя длина волокна увеличивается на 17,0 %, количество мелкой фракции несколько снижается, следовательно, волокно меньше укорачивается. Такое поведение волокнистых полуфабрикатов при размоле приводит к формированию более пухлого

Таблица 4

Изменение качественных показателей отливок лабораторного изготовления при варьировании нагрузки на мельницы

Нагрузка, А	СП, °ШР	$l_{\text{ср}}$, мм	$S_{\text{м.ф}}$, %	$\delta_{\text{отл}}$, МКМ	$E_{\text{изг}}$, МПа	S_b , м·Н·см ²	SCT, кН/м	RCT, Н	Π , кПа
65	14,5	1,91	28,0	193	4850	430	4,1	268	706
70	15,0	1,84	30,0	186	5350	427	4,1	265	692
80	16,5	1,79	31,4	180	5800	423	4,2	286	715
88	19,5	1,60	34,7	179	6450	460	4,7	314	769

Примечание. Π – сопротивление продавливанию.

Таблица 5

Изменение качественных показателей отливок лабораторного изготовления при варьировании расхода массы на мельницы

Расход, м ³ /ч	СП, °ШР	$l_{\text{ср}}$, мм	$S_{\text{м.ф}}$, %	$\delta_{\text{отл}}$, МКМ	$E_{\text{изг}}$, МПа	S_b , м·Н·см ²	SCT, кН/м	RCT, Н	Π , кПа
84	18	1,64	33,5	168	6100	360	5,0	280	677
154	16,5	1,91	27,4	177	6350	435	4,7	275	772
202	15,5	1,92	31,3	180	6000	433	4,2	263	745

полотна, что подтверждается увеличением толщины образцов картона (табл. 5). Можно сделать вывод, что такие характеристики качества картона, как жесткость при изгибе и сопротивление продавливанию, с увеличением расхода массы на мельницу возрастают, остальные характеристики жесткости и деформативности снижаются.

Анализ экспериментальных данных позволяет утверждать, что в диапазоне СП от 15 до 19 °ШР отсутствует прямая зависимость между этим показателем и средней длиной волокна. При одной и той же СП массы средняя длина волокна может значительно снижаться, что приводит к ухудшению большинства деформационных характеристик.

Путем направленного изменения параметров размола (нагрузка на мельницу и расход массы) установлено, что наилучшие характеристики жесткости и деформативности достигнуты при увеличении нагрузки на мельницу до 88 А и расходе массы в пределах 140 ... 150 м³/ч.

Во время проведения эксперимента содержание НСПЦ в композиции основного слоя изменяли от 0 до 8,6 %. Это отразилось на некоторых результатах работы. Например, при отсутствии НСПЦ степень помола, жесткость при изгибе и разрушающее усилие при сжатии кольца повышаются в наибольшей степени, что подтверждает необходимость раздельного размола полуфабрикатов.

Известно, что при формовании бумаги и картона в оборотной воде накапливается мелкое волокно, которое отрицательно действует на характеристики жесткости картона. В реальных производственных условиях этот процесс является мало регулируемым, поэтому необходимо повышать удержание мелкой фракции на сеточном столе. В последние годы для улучшения удержания, обезвоживания и формования полотна картона в сеточной части машины активно применяются химические добавки, которые позволяют снизить промой и накопление мелочи в оборотной воде, а также повысить качество готовой продукции.

В отечественных и зарубежных источниках рассмотрено и экспериментально подтверждено повышение прочностных характеристик качества (сопротивление продавливанию и разрушающее усилие при сжатии кольца) за счет использования химикатов в мокрой части КДМ [3, 8, 9, 11, 15]. Вопрос влияния химических добавок на жесткость материала при изгибе, растяжении и сжатии в литературе освещен недостаточно. Нами на примере одной из отечественных КДМ было изучено влияние добавки химикатов на такие показатели жесткости и деформативности, как торцевое сжатие вдоль плоскости, жесткость при изгибе и растяжении и др.

Для достижения лучшего результата необходимо подбирать индивидуальную систему химикатов, адаптированную к условиям производства на отдельно взятой машине.

В исследуемый период на КДМ производили картон по традиционной технологии с применением двухкомпонентной системы химикатов на основе катионного крахмала со степенью замещения 0,06. В качестве анионного продукта использовали низкомолекулярное неорганическое колло-

идное вещество – силиказоль. Эта система химикатов, по мнению авторов работ [11, 15], действует по механизму микрокастичной флокуляции и оказывает положительное влияние на удержание, обезвоживание и формование полотна картона на сетке. Для оптимизации работы системы химикатов катионный крахмал подавали в две точки технологического потока массы. Для повышения физико-механических характеристик картона катионный крахмал дозировали в густую массу, находящуюся в машинном бассейне, для улучшения обезвоживания и удержания – в разбавленную массу в смесительном насосе в количестве 40 ... 50 % от общего расхода. Силиказоль добавляли в трубопровод перед напорным ящиком. Общий расход катионного крахмала составлял 5,0 ... 7,0 кг/т элементарного слоя, расход силиказоля – 2,5 ... 3,5 кг/т.

Степень удержания мелкого волокна оценивали по концентрации подсеточной или регистровой воды. Благодаря добавке двухкомпонентной системы химикатов, концентрацию удалось снизить в среднем на 50 % независимо от массы 1 м². Стабилизация работы машины, улучшение формования, обезвоживания и удержания на сеточном столе позволили несколько повысить содержание НСПЦ в композиции массы основного слоя картона-лайнера без ухудшения качества готовой продукции. При выработке картона с высокой массой 1 м² (200 г) содержание НСПЦ подняли до 15 %. Кроме того, улучшение обезвоживания на сеточном столе КДМ позволило увеличить производительность за счет повышения скорости работы машины (табл. 6).

В табл. 7 представлено изменение характеристик жесткости по абсолютным значениям в поперечном направлении после использования систе-

Таблица 6

Влияние добавок химикатов на изменение технологических параметров

Масса 1 м ² , г	Концентрация регистровой воды, г/л	Средняя скорость КДМ, м/мин	Содержание НСПЦ, %
125	0,589/0,314	570/570	7,5/9,7
140	0,568/0,259	550/560...570	9,4/11,4
150	0,571/0,323	550/560...570	9,4/11,5
175	0,586/0,275	500/510	6,1/11,1
200	-/0,227	440/475	0/15,2

Примечание. Здесь и далее, в табл. 7, в числителе приведены параметры без добавок химикатов, в знаменателе – с добавками химикатов.

Таблица 7

Влияние добавок химикатов на изменение качественных показателей картона в поперечном направлении

Масса, 1 м ² , г	δ, мкм	RCT, Н	S _b , Н/м	E ₁ , МПа	S _b , мНсм ²	SCT, кН/м
125	205/202	217/247	355/410	1700/2000	225/225	2,38/2,70
140	242/231	236/268	385/435	1600/1900	390/340	2,40/2,81
150	256/240	256/280	415/447	1650/1850	420/415	2,80/2,90
175	289/297	294/325	495/500	1750/1700	615/640	2,85/3,40
200	334/324	340/369	565/585	1750/1750	930/890	3,60/3,68

мы химикатов. Жесткость картона при изгибе после добавки химикатов изменялась незначительно или оставалась на том же уровне. Это можно объяснить тем, что жесткость при изгибе напрямую зависит не только от упругих свойств материала, но и пропорциональна толщине картона, а добавка химикатов приводит к образованию более плотного однородного листа с пониженными значениями толщины.

Полученные данные показали, что использование катионного крахмала и силиказоля приводит к росту значений SCT для картона с различной массой 1 м^2 в среднем на 14 % (для картона массой 200 г/м^2 увеличение менее значительно). Следовательно, усиливается равномерность микроструктуры картона, которая во многом обуславливает повышение упругости материала.

Подтверждение этого факта было обнаружено при сравнении деформационного поведения образцов картона с различной массой 1 м^2 при одноосном статическом растяжении. В результате испытаний на растяжение были получены зависимости напряжение – деформация (рис. 4).

Введение в картонную массу катионного крахмала в количестве 6 кг/т увеличивает силы связи между волокнами и мелкой фракцией у поверхности бумаги в среднем на 8 %. Формирование химических связей между волокнами ограничивает их способность к перемещению относительно друг друга, и приводит к повышению относительной жесткости картона при растяжении в среднем на 13 %. Кроме того, из рис. 4 видно, что картон с

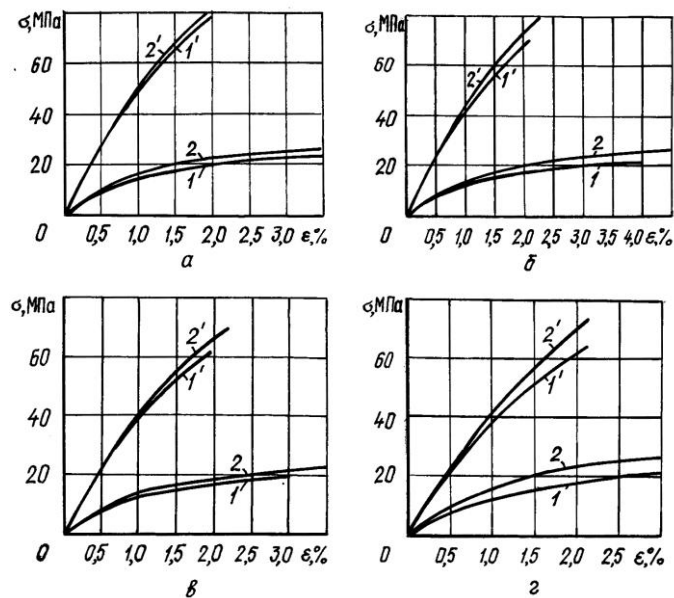


Рис. 4. Зависимость $\sigma - \epsilon$ для крафт-лайнера массами 125 (а); 150 (б); 175 (в); 200 г/м^2 (г): 1, 2 – картон поперечного направления; 1', 2' – машинного направления; 1, 1' – без добавок химикатов; 2, 2' – с добавками химикатов

добавкой химикатов имеет большую способность к деформированию при растяжении по сравнению с изготовленным по традиционной технологии. Увеличение растяжимости картона важно с точки зрения его последующей переработки в гофрированный картон и тару. Кроме того, данный эффект, по нашему мнению, позволяет снизить обрывность на участках открытой передачи полотна картона на КДМ.

Практическое использование системы химикатов показало возможность снижения концентрации «вредных» веществ в оборотной воде, что позволило уменьшить нагрузку на очистное оборудование. В итоге была снижена анизотропия свойств картонного полотна и, как следствие, улучшено качество картона-лайнера. Это стабилизировало работу КДМ и качество крафт-лайнера. Кроме того, улучшение обезвоживания и повышение скорости работы КДМ дало возможность повысить производительность. Таким образом, можно утверждать, что система химикатов является реальным дополнительным инструментом для контроля за жесткостью картона и управления работой КДМ.

Выводы

1. Установлено, что жесткость крафт-лайнера (S_t , S_b , SCT) в значительной степени зависит от длины волокна и относительного содержания фракции волокон с длиной менее 1,2 мм, определяющей величину средневзвешенной длины волокна.

2. Экспериментально подтверждено, что увеличение нагрузки на мельницу в процессе размола до 88 А при постоянном расходе массы в пределах 140 ... 150 м³/ч позволяет получать более плотный и прочный лист с повышенными значениями жесткости и деформативности.

3. Для повышения жесткости при изгибе необходимо проводить раздельный размол полуфабрикатов (целлюлоза и НСПЦ).

4. Добавка двухкомпонентной системы химикатов, состоящей из катионного полиэлектролита и анионного вещества, в мокрую часть КДМ способствует повышению упругих свойств материала (точки дозирования, расход и тип химикатов подбираются отдельно для каждой машины).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аспит С.О., Клипенко А.В. Бумагообразующие свойства волокнистых полуфабрикатов. – М.: Лесн. пром-сть, 1972. – 88 с.
2. Атлас древесины и волокон для бумаги / Е.С. Чавчавадзе, З. Е. Брянцева, Е.В. Ганчарова и др. – М.: Ключ, 1992. – 336 с.
3. Герли А. Новый состав для повышения степени удержания мелкого волокна и наполнителей и интенсификации процесса обезвоживания бумажного полотна в мокрой части бумагоделательной машины / Формование: Сб. докл. 27-й конференции EUCERA, Гренобль, 11-14 октября 1999 г. – Гренобль, Франция: 1999. – С. 225–230.
4. Гурьев А.В., Комаров В.И. Методы оценки качества компонентов гофрированного картона // Целлюлоза, бумага, картон. – 1997. – № 7-8. – С.16–18.

5. *Иванов С.Н.* Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 696 с.
6. Использование SCT-теста для оценки жесткости крафт-лайнера / В.И. Комаров, А.В. Гурьев, Н.В. Сысоева и др. // Целлюлоза, бумага, картон. – 2000. – № 11-12. – С. 26–27.
7. *Комаров В.И.* Деформация и разрушение волокнистых целлюлозно-бумажных материалов - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. – 440 с.
8. *Ковернинский И.Н., Крылатов А.Ю., Почкин А.Г.* Современные методы удержания в бумажно-картонном производстве // Науч. тр. 3-й Междунар. научно-техн. конф. «Создание конкурентоспособного оборудования и технологий для изготовления бумажно-картонной продукции из вторичного сырья», Караваево. – Правдинский, 2002 г. – С. 81.
9. Современные направления использования химикатов в производстве бумаги и картона. AKZO NOBEL NV: Семинар. – Кипр, 2002.
10. *Фляте Д.М.* Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 440 с.
11. *Au C.O., Thorn I.* Application of the Wet-End Paper. – London: Chapman and Hall, 1995. – 200 p.
12. *Casebolt V.A.* Our Views on the Future of the Corrugated Industry // International Paper Board Industry. – 1990. – Vol. 33, N 7. – P. 37.
13. *Markstrom H.* Testing Methods and Instruments for Corrugated Board. – Stockholm: Ljunglofs Offset AB, 1992. – 77 p.
14. *Markstrom H.* The Elastic Properties of Paper. Test Methods and Measurement Instruments. – Stockholm: Lorentzen and Wettre, 1993. – 45 p.
15. *Neimo L.* Papermaking Science and Technology // Papermaking Chemistry (4 book). – Printed by Gummerus Printing, Jyväskylä, Finland, 1999. – 329 p.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 6.12.02

N.V. Sysoeva, A.V. Gurjev, V.I. Komarov
**Technological Control of Kraft Liner Hardness
in Milling-preparation Department**

Possibility of control over cardboard hardness by changing milling parameters is demonstrated. Separate milling of semi-finished products (pulp and neutral semichemical pulp) is found out to promote hardening of cardboard, whereas addition of a two-component system of chemicals based on cationic starch allows not only to increase holdback and dehydration on the net, but also to improve the process of moulding cardboard resulting in enhancing strength and hardness of finished products.
