

**Ц
Б
К**

Pulp

еллюлоза

Paper

умага

Board

артон

03 [2008]

■ Ещё о 2007-м прошедшем

■ Самые интересные новости

■ От наших спец-корреспондентов

■ Обзор рынков

■ Итоги двух месяцев

■ Новости технологий

■ Предлагаем Andritz, Metso Automation, PapCell...

■ Решение экологических проблем

■ Выставки '2008.

■ Конференции, семинары, встречи...

■ Поздравляем юбиляров!

Изменение основных характеристик целлюлозных волокон при их циклическом использовании

А.В. Кулешов, А.С. Смолин
СПбГТУРП;

В.И. Комаров, Я.В. Казаков
АГТУ

Доля макулатуры в общем объеме потребляемых волокнистых полуфабрикатов для нужд ЦБП превысила 50 %. Все большее количество предприятий ориентируется на переработку вторичного волокна. При этом не стоит забывать, что технология производства картонно-бумажной продукции на основе макулатуры имеет свои особенности и по ряду вопросов существенно отличается от технологии на основе первичного волокна.

При изучении вопросов связанных с переработкой макулатуры необходимо выделить проблему цикличности ее использования. Под цикличностью следует понимать многократное использование макулатуры в процессах производства бумажно-картонной продукции. На сегодняшний день не существует доступных и точных методов определения количества производственных циклов, в которых макулатура принимала участие, то есть сколько раз макулатурные волокна подвергались размолу, роспуску, сушке, процессам отделки и т. д.

При этом изучение цикличности целесообразно проводить в рамках ла-

боратории с использованием первичных полуфабрикатов. Это позволит избежать влияния не зависящих от исследователя факторов, в первую очередь факторов, связанных с предысторией макулатуры (ее композицией по волокну, наличием наполнителя, связующих и проклеивающих веществ и т. д.).

Как известно вторичные волокна имеют пониженные бумагообразующие свойства. А так как большая часть макулатурных волокон многократно используется в производственных циклах, то наблюдается снижение бумагообразующих свойств вторичных волокон с каждым последующим циклом переработки.

Ранее авторами статьи были определены основные факторы, определяющие цикличность и проведены исследования влияния цикличности на прочность материалов, как на основе макулатуры, так и на основе первичных целлюлозных волокон. Полученные данные показали, что пониженные бумагообразующие свойства приводят к снижению прочности выпускаемой продукции после каждого цикла переработки [1].

Однако, термин «**бумагообразующие свойства**» достаточно общий и в полной мере не отражает конкретных причин снижения прочностных свойств продукции на основе вторичного волокна. Выделяют два основных фактора влияющих на прочность:

- собственная прочность волокна;
- межволоконные силы связи в листе.

Методы, с помощью которых определяют прочность волокон, условно делят на прямые и косвенные. При использовании прямых методов испытанию подвергают отдельные волокна на разрывных машинах различной конструкции при разных способах закрепления волокон. Эти методы достаточно трудоемки, длительны и требуют специальных навыков и приборов [2]. Из-за сложного композиционного состава макулатуры по волокну применение прямых методов при изучении вторичных волокон затруднено. В макулатурной массе могут присутствовать волокна различного происхождения и состояния: волокна беленых и небеленых видов целлюлозы, механической массы, полуцеллюлозы, полученных из различных пород древесины различными способами и с применением различных химикатов. Поэтому прочность волокна целесообразно оценивать с помощью косвенного метода с определением так называемой нулевой разрывной длины. Она равна разрывной длине бумаги, полученной в результате ее определения при нулевом расстоянии между зажимами разрывной машины.

Считается, что величина межволоконных сил связи определяется площадью контакта между волокнами и концентрацией связей на ней, или удельной силой связи на единицу поверхности. В практике нашли применение методы, основанные на определении усилия разрыва образца двухслойной бумаги методом сдвига в плоскости слоев, или отрыва.

Авторами статьи были проведены исследования влияния цикличности на показатели собственной прочности волокон и сил связи в листе. В работе собственную прочность волокна оценивали по нулевой разрывной длине L_0 , межволоконные силы связи $F_{св}$ определяли по методу Иванова. Кроме этого рассчитывалась когезионная способность волокон по Дж. Кларку SV. Процесс цикличности моделировался с использованием первичного волокна (сульфатная беленая хвойная целлюлоза). Размол проводили до значения 35°ШР на лабораторной дисковой мельнице НДМ-3. Затем на листоотливном аппарате ЛА-4 изготавливались отливки с массой 1 м² — 100 г. Необходимое для расчетов разрушающее усилие определяли на разрывной машине РМБ-30-2М. Результаты представлены в табл. 1.

Как следует из полученных данных, с каждым последующим циклом переработки наблюдается снижение как собственной прочности волокна, так и сил связи. Особенно заметно снижение по межволоконным силам связи в листе (более чем на 50%). Можно сделать вывод, что снижение прочностных свойств материалов на основе вторичного волокна главным образом обусловлено именно снижением величин этих двух характеристик.

Как известно при производстве бумаги и картона наблюдается выраженная ориентация волокон в структуре листа. Это в сильной степени зависит от работы напорного ящика, соотношения скоростей напускаемой массы и сетки, стабильности распределения массы по ширине и определяет различие прочностных свойств вырабатываемой продукции в машинном и поперечном направлениях. В отличие от бумаги машинной выработки отливки лабораторного изготовления практически изотропны. Поэтому представляется интересным вопрос определения переходных коэффициентов, позволяющих производить пересчет прочностных харак-

Таблица 1.

Влияние цикличности использования сульфатной беленой хвойной целлюлозы на собственную прочность волокна и межволоконные силы связи				
Номер цикла	ρ , г/см ³	L_0 , м	$F_{св}$, МПа	SV, МПа
0	0,693	8 030	1,20	1,73
1	0,621	7 880	0,82	1,32
2	0,603	7 680	0,68	1,13
3	0,593	7 540	0,62	1,05
4	0,594	7 330	0,61	1,03
5	0,592	6 320	0,59	1,00

теристик лабораторных образцов и образцов машинной выработки.

Для этого авторами статьи были проведены исследования по расчету этих переходных коэффициентов. В работе определялись показатели разрывной длины L и нулевой разрывной длины L_0 образцов мешочной бумаги и лабораторных образцов, полученных из аналогичной массы отобранной из напорного ящика БДМ. Выбор мешочной бумаги для испытаний был не случайным. Мешочная бумага — это чистоцеллюлозный материал, имеющий в своей композиции только один первичный волокнистый полуфабрикат (сульфатная небеленая хвойная целлюлоза), без наполнителя. Таким образом, было снижено влияние переменных факторов, связанных с композицией на исследуемые характеристики. Масса 1 м² мешочной бумаги и отливок — 70 г, определение разрывной длины проводили на разрывной маши-

не ИП5158-0,5Б. Образцы мешочной бумаги вырезались по разным направлениям: в машинном MD, в поперечном CD, а также под углом 300 и 600 к машинному направлению. Результаты представлены в табл. 2.

Как следует из полученных данных, наибольшие величины характеристик имеют образцы мешочной бумаги, вырезанные в машинном направлении, а наименьшие — вырезанные в поперечном направлении.

При этом нулевая разрывная длина как по всем направлениям в бумаге машинного производства, так и в отливке выше, чем разрывная длина, полученная при стандартном определении.

При сравнении показателей, полученных на бумагоделательной машине с показателями лабораторных отливок, полученных из бумажной массы, отобранной из напускного устройства, следует что, как правило, показатели прочности отливок выше, чем таковые для

Таблица 2.

Влияние угла вырезки образцов на разрывную длину при статическом растяжении						
Показатели	Обозначение единицы измерения	Мешочная бумага				Отливки
		MD	30°	60°	CD	
Разрывная длина	L , м	11 500	11 700	7 500	5 400	8 900
Нулевая разрывная длина	L_0 , м	17 500	16 500	14 200	10 100	14 600

бумаги машинного производства. При этом, чем выше технический уровень бумаго- или картоноделательной машины, тем меньше различие, и коэффициент сравнения ближе к 1.

Высокие значения характеристик прочности для отливок связаны главным образом с более равномерной макроструктурой бумаги благодаря меньшей концентрации при отливе в лабораторных листоотливных аппаратах.

Чтобы исключить влияние ориентации, сравниваются показатели, практически независимые от анизотропии, например, сопротивление продавливанию [3]. Если сравнивать показатели разрывной длины, то следует брать величину разрывной длины среднюю по двум направлениям, хотя какие-то небольшие погрешности при этом возможны, то есть:

$$K_{cp} = \frac{L^{MD} + L^{CD}}{2 \times L^{отл}}$$

По данным табл. 2 $K_{cp} = 0,95$.

Аналогичным образом следует сравнивать и нулевую разрывную длину бумаги машинного и лабораторного отлива с той разницей, что следует осуществить переход от машинной нулевой разрывной длины к нулевой разрывной длине, полученной при испытании лабораторной отливки в предположении, что волокна в ней также ориентированы.

Использование нулевой разрывной длины как характеристики интегральной прочности единичных волокон в данном образце бумаги основано на положении, что в зажимы разрывной машины, находящиеся в соприкосновении, попадают волокна, которые при

разрыве дают соответствующие величины. Поскольку волокна большей частью ориентированы в машинном направлении, наиболее представительны определения нулевой разрывной длины именно в этом направлении.

При оценке нулевой разрывной длины лабораторных образцов в зажимы попадает значительно меньше волокон, ориентированных в направлении приложения нагрузки. Для большей представительности этой характеристики в случае лабораторного отлива следует учесть переходный коэффициент, который учитывает вышеизложенное. Величину этого коэффициента можно вычислить из показателей нулевой разрывной длины бумаги машинного отлива в машинном и поперечном направлениях как отношение нулевой разрывной длины к средней нулевой разрывной длине:

$$\frac{L_0^{MD} + L_0^{CD}}{2}$$

В рассматриваемом случае этот коэффициент равен 1,27. При умножении значения нулевой разрывной длины отливки $L_0^{отл}$ на данный переходный коэффициент получаем значение нулевой разрывной длины лабораторного образца в предположении, что волокна в нем в основном ориентированы в направлении приложения нагрузки. В нашем случае $L_0^{отл} \times K_{пер} = 14600 \times 1,27 \approx 18500$ м, то есть выше, чем нулевая разрывная длина бумаги машинного отлива, как и в большинстве сравнений по другим характеристикам. Предложенный метод расчета нулевой разрывной длины образцов лабораторного отли-

ва позволяет объективно оценить интегральную прочность единичных волокон при изменении различных параметров технологии.

Выводы

1. При увеличении циклов переработки целлюлозных волокон уменьшается как собственная прочность волокон, так и их способность к межволоконному связеобразованию, причем последний показатель снижается значительно интенсивнее.

2. Предложен метод расчета нулевой разрывной длины лабораторных образцов бумаги, позволяющий получить более представительные данные по этому показателю.

Список литературы.

1. Смолин А.С., Кулешов А.В., Николаев Е.С. Бумагообразующие свойства растительных волокон при их неоднократном использовании. Целлюлоза. Бумага. Картон. 2006. Пилотный научный выпуск. С. 27-31.

2. Комаров В.И. Деформация и разрушение волокнистых целлюлозно-бумажных материалов. — Архангельск: Издательство Архангельского государственного технического университета, 2002. — 440 с.

3. Смолин А.С., Беликова Л.Д., Кузнецова А.В. Коэффициент перехода в производстве бумаги и картона. Межвузовский сборник трудов ЛТА. — Вып. 9. — Л. — 1981.

Все о бумаге www.cbk.ru