

На основании представленных данных можно сделать следующий вывод: все три фактора (рН, дозировка коагулянта и продолжительность обработки) оказывают существенное влияние на выходные параметры. При этом максимальные значения эффективности очистки по ХПК и цветности – 60 и 98 %, соответственно – наблюдали при рН 5,0 и ниже, дозировке коагулянта 60...70 мг/л и продолжительности обработки не менее 2,2 минуты. Содержание ВВ в осветленной воде минимально при тех же значениях рН и дозировки оксихлорида алюминия и в интервале τ от 2,0 до 2,5 мин.

УДК 676.038:676.244

В. В. Коваль, асп.

Е. П. Шишаков, ст. науч. сотр., канд. техн. наук

П. А. Чубис, ст. преп., канд. техн. наук

eshishakov@mail.ru (БГТУ, г. Минск)

РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В КОМПОЗИЦИИ БУМАГИ

Согласно данным ООН в 2011 году в европейском регионе было произведено 104,1 млн. т. бумаги и картона [1], при этом доля упаковочных видов составила 40%. Поэтому увеличение доли вторичных волокнистых полуфабрикатов (макулатуры) в композиции данных видов бумаги и картона не только позволит сократить издержки на их производство, но и позволит перейти к «зеленой» экономике.

Целью настоящей работы являлось получение сульфатной хвойной целлюлозы повышенной прочности, которая позволит нивелировать невысокие прочностные характеристики вторичного сырья, и определение допустимой доли целлюлозы и макулатуры в композиции бумаги.

На первом этапе исследования были проведены сульфатные варки хвойной целлюлозы с добавлением полиакрилонитрильных волокон. Варки проводились в лабораторном автоклаве в соответствии с графиком быстрой сульфатной варки. При этом изменяли количество вводимых в автоклав полиакрилонитрильных волокон (ПАН-волокон) от 0,05 до 0,2% от массы абсолютно сухой древесины с шагом 0,05%. Для сравнения свойств полученной целлюлозы была проведена варка без использования ПАН-волокон.

На втором этапе исследования в лабораторных условиях были проведены исследования качественных характеристик полученной сульфатной хвойной небеленой целлюлозы в соответствии с требованиями

ГОСТ 14363.4 «Целлюлоза. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям».

Из подготовленной массы изготавливали образцы отливок целлюлозы объемной массой $75 \pm 2 \text{ г/м}^2$ и диаметром 0,2 м. Формование отливок выполняли на листостливном аппарате "Rapid-Ketten" (фирма "Ernst Naage", Германия) в соответствии со стандартом ISO 5269-2.

Полученные образцы испытывали на прочностные свойства с помощью разрывной машины SE 062/064 "Lorentzen & Wettre" (ГОСТ ИСО 1924-1-96), сопротивление излому с помощью аппарата И-1-2 (фальцер Шоплера), сопротивление раздиранию с помощью прибора Эльмендорфа (ГОСТ 11208). Изготавливали и испытывали не менее пяти образцов бумаги по каждому составу. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние расхода полиакрилонитрильных волокон на показатели качества сульфатной целлюлозы

Расход ПАН-волокон, % от а.с.д.	Значение показателя качества образца сульфатной целлюлозы			
	Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	Разрывная длина, км	Сопротивление разрыву, кН/м	Сопротивление излому, ч.д.п.
0 (контроль)	93,8	8,48	6,3	7,3
0,05	92,3	8,40	6,2	7,9
0,1	98,9	9,11	6,6	9,9
0,15	99,7	9,20	6,7	11,3
0,2	109,5	9,99	7,3	13,4

Как видно из таблицы 1, при увеличении расхода ПАН от 0,05 до 0,20% от абс. сух. древесины наблюдается увеличение прочностных характеристик полученной сульфатной целлюлозы. Это может быть связано с получением в процессе сульфатной варки упрочняющего вещества на основе прогидролизованного полиакрилонитрила, который способствует повышению упругопластических свойств бумаги.

В связи с положительным влиянием ПАН-волокон, в диапазоне 0,05–0,2% от а.с.д., на показатели качества сульфатной целлюлозы было принято решение о проведении дополнительной сульфатной варки с расходом ПАН-волокон 0,25 % от а.с.д. Целью данной варки является проверка гипотезы о целесообразности дальнейшего увеличения расхода ПАН-волокон.

Результаты испытания образцов, полученных из целлюлозы, представлены в таблице 2. Таким образом, как видно из таблицы 2, увеличение расхода ПАН-волокон до 0,25% от а.с.д. также способствует увеличению показателей качества сульфатной целлюлозы. Как видно из данных, представленных в таблицах 1 и 2, присутствие ПАН-

волокон в крафт-целлюлозе способствует повышению физико-механических характеристик бумаги, изготавливаемой из данной целлюлозы, что предполагает возможность замены части целлюлозы на более дешевую макулатуру без потери качества продукции.

Таблица 2 – Показатели качества сульфатной целлюлозы с добавлением ПАН-волокон в количестве 0,25 % от а.с.д.

Расход ПАН-волокон, % от а.с.д.	Значение показателя качества образца сульфатной целлюлозы			
	Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	Разрывная длина, км	Сопротивление разрыву, кН/м	Сопротивление излому, ч.д.п.
0,25	111,1	10,1	7,41	14,5

На втором этапе исследования были изготовлены образцы мешочной бумаги массой 70 г/м² в соответствии с планом эксперимента (план Коно 2-го порядка), который представляет собой компромиссный вариант с точки зрения трудоемкости лабораторного эксперимента и достаточной информативности (таблица 3). При этом X₁ – это содержание крафт-целлюлозы, %; X₂ – это расход ПАН, % от абс. сух. древесины.

Таблица 3 – План эксперимента Коно 2-го порядка

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X ₁ , %	70	30	30	70	70	50	30	50	50
X ₂ , %	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1

После изготовления образцов мешочной бумаги последние были подвергнуты испытаниям. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели качества образцов бумаги, изготовленных по разработанной технологии

Расход ПАН-волокон, % от а.с.д.	Значение показателя качества образца бумаги			
	Абсолютное сопротивление раздиранию, гс	Разрушающее усилие в сухом состоянии усилие, Н	Разрывная длина, км	Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₆₀), г/м ²
0,2	107	87,0	7,95	24,2
0,2	63	57,1	5,23	26,9
0	51	52,4	4,78	26,8
0	93	76,0	6,89	24,4
0,1	97	78,1	7,19	24,4
0,2	74	72,1	6,59	25,7
0,1	60	53,2	4,91	26,8
0	65	64,2	5,84	25,7
0,1	70	65,7	6,05	25,6

Данные, представленные в таблице 4, позволяют заключить, что наилучшие прочностные характеристики бумаги достигаются с уве-

личением расхода полиакрилонитрильных волокон в рецептуре сырья и целлюлозы, полученной из такого сырья.

Далее были изготовлены и испытаны образцы упаковочной бумаги объемной массой 75 ± 2 г/м² из сульфатной целлюлозы повышенной прочности с расходом ПАН-волокон 0,25% от а.с.д. Долю целлюлозы варьировали от 30 до 70%.

Результаты исследования представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели качества образцов бумаги с добавлением опытной целлюлозы

Доля опытной целлюлозы в композиции бумаги, %	Значения показателей качества образцов бумаги				
	Относительное удлинение при растяжении, %	Абсолютное сопротивление разрыву, гс	Разрывающее усилие в сухом состоянии, Н	Разрывная длина, км	Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₆₀), г/м ²
30	1,49	66	60,28	5,50	24,4
50	1,71	78	77,40	7,04	26,6
70	2,87	110	94,52	8,57	25,8

Как видно из таблицы 5, с увеличением доли опытной целлюлозы качество бумаги повышается, однако по экономическим соображениям, увеличивать долю ПАН-волокон больше 0,2% нецелесообразно.

Следующим этапом работы была оптимизация компонентного состава бумаги. В результате проведения оптимизации были получены следующие параметры:

- содержание целлюлозы – 43%;
- расход полиакрилонитрильных волокон – 0,15% от абс. сух. древесины. Соответственно, содержание макулатуры в бумаге составит 57%.

Таким образом, применение в композиции упаковочных видов бумаги крафт-целлюлозы повышенной прочности позволяет произвести замену части целлюлозы на вторичные волокнистые полуфабрикаты при соответствии прочностных характеристик готовой продукции требованиям стандартов.

Так, например, в Республике Беларусь на ОАО «Светлогорский ЦКК» в композицию мешочной бумаги входит 70% хвойной целлюлозы и 30% макулатуры. Таким образом, применение в композиции бумаги крафт-целлюлозы повышенной прочности позволяет достичь экономии целлюлозы порядка 27% без потери прочностных свойств готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ежегодный обзор рынка лесных товаров. 2011-2012 годы / ЕЭК ООН; ФАО. – Нью-Йорк; Женева: ООН, 2012. – 217 с.

УДК 674.815

Е. П. Шишаков, ст. науч. сотр., канд. техн. наук
С. И. Шпак, доц., канд. техн. наук
П. А. Чубис, ст. препод., канд. техн. наук
М. О. Шевчук, доц., канд. техн. наук
eshishakov@mail.ru (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ

В настоящее время на деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь проводится модернизация производств. После ее завершения, запланированной на 2015–2016 гг., производственные мощности предприятий увеличатся в 1,5–2,5 раза. В частности производство фанеры увеличится до 290 тыс. м³, а производство древесностружечных плит (ДСтП) до 1300 тыс. м³. Потребности внутреннего рынка Республики Беларусь составляют 50 тыс. м³ фанеры и 800 тыс. м³ ДСтП.

По этой причине основная часть продукции должна быть продана на внешних рынках в условиях жесткой конкуренции. Для успешной конкуренции продукция должна соответствовать двум основным требованиям: высокое качество и низкая стоимость. Для выполнения указанных требований используется ряд технологических, организационных и логистических мероприятий.

В настоящее время при производстве фанеры и ДСтП используется преимущественно карбамидоформальдегидные смолы различных марок. При этом они либо производятся на самом предприятии, где выпускают древесные плиты или фанеру, либо закупаются за рубежом, преимущественно в Российской Федерации. Доля затрат на смолу в структуре себестоимости готовой продукции довольно велика и составляет около 25–30%.

Применение недорогих наполнителей в составе связующего позволяет уменьшить расход смолы и соответственно снизить себестоимость продукции, а также повысить ее качество за счет снижения содержания свободного формальдегида в готовой продукции.