

УДК 676.012

*Е.В. Дьякова, Л.А. Миловидова, В.И. Комаров,  
Т.Н. Коробейникова, М.Н. Лукина*

Дьякова Елена Валентиновна родилась в 1977 году, окончила в 1999 году Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства. Область научных интересов – исследование свойств полуфабрикатов для производства тарного картона.



Миловидова Любовь Анатольевна родилась в 1946 г., окончила в 1970 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет более 60 научных трудов в области производства беленых волокнистых полуфабрикатов.



Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 160 печатных трудов в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ НЕЙТРАЛЬНО-СУЛЬФИТНОЙ ВАРКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Установлено, что для производства нейтрально-сульфитной полуцеллюлозы предпочтительнее использовать листовенную древесину. Варки при повышенных значениях расхода химикатов и продолжительности стоянки на конечной температуре позволяют получить полуцеллюлозу с наибольшим выходом. Полуфабрикат с максимальными характеристиками жесткости (сопротивление плоскостному сжатию) получен при варке полуцеллюлозы со степенью замещения моносulfита белым целлоком 40 %.

нейтрально-сульфитная полуцеллюлоза, фракционный состав, моносulfит натрия, буфер, разрывная длина, сопротивление продавливанию, сопротивление плоскостному сжатию.

Нейтрально-сульфитная полуцеллюлоза используется в производстве флютинга, а также в композиции основного слоя крафт-лайнера. Классическим вариантом производства этого полуфабриката является варка с использованием моносulfита, забуференного содой или бикарбонатом. Продолжительность подъема до конечной температуры (175 °С) составляет 35 мин; продолжительность стоянки на конечной температуре – 25 мин; гидромодуль варки 3,7:1,0.

Модификации этого процесса позволяют повысить как выход полуцеллюлозы, так и одну из основных ее характеристик – сопротивление плоскостному сжатию.

Для оценки влияния различных модификаций варки нейтрально-сульфитной полуцеллюлозы (НСПЦ) на свойства полуфабриката выполнены лабораторные варки с использованием следующих варочных растворов: на чистом моносulfите; на моносulfите с добавкой NaOH или белого щелока; на отработанном моносulfитном (красном) щелоке с добавкой белого щелока; на зеленом щелоке и на смеси зеленого и белого щелоков.

В ходе эксперимента варьировали основные факторы варки: температуру, расход химикатов, породный и фракционный состав щепы.

Для изготовления образцов полученную полуцеллюлозу подвергали горячему размолу до 30 °ШР. Масса 1 м<sup>2</sup> изготовленных отливок составляла 125 г. Для оценки физико-механических свойств полученных образцов использовали стандартные характеристики: разрывную длину *L*, сопротивление продавливанию (*П*), сопротивление раздиранию *R*, сопротивление плоскостному сжатию (СМТ). Полученные экспериментальные результаты представлены в табл.1–6.

Переменными параметрами при проведении варок смеси хвойной (98,2 %) и лиственной (1,8 %) щепы с использованием моносulfита, забуференного содой, были температура стоянки, продолжительность варки и расход химикатов. Как следует из приведенных в табл. 1 данных, оптимальным является режим №8. Испытания показали, что повышение температуры

Таблица 1

**Варки НСПЦ на моносulfите, забуференном содой**

Порядковый номер варки	Температура стоянки, °С	Продолжительность стоянки, мин	Расход химикатов на варку**	Характеристики полуцеллюлозы			
				В, %	<i>L</i> , м	<i>П</i> , кПа	СМТ, Н
*	175	25	14	-	6550	421	304
1	170	15	10	87,2	5300	235	152
2	180	15	10	77,9	7850	392	166
3	170	15	14	87,9	5900	279	136
4	180	15	14	79,2	6700	397	178
5	170	25	10	87,0	7250	394	171
6	180	25	10	76,0	7400	431	190
7	170	25	14	88,8	8250	470	207
8	180	25	14	79,6	8300	529	220

\* Варка лиственной щепы по классическому режиму в лабораторных условиях.

\*\* Здесь и далее, в табл. 2–6, расход приведен в процентах от массы абс. сухой древесины в ед.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Таблица 2

## Варки\* НСПЦ на моносульфите с добавкой NaOH

Порядковый номер варки	Соотношение $\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{NaOH}$	Расход химикатов на варку	Характеристики полуцеллюлозы				
			B, %	L, м	П, кПа	СМТ, Н	R, мН
1	1:4	10	81,6	5400	350	240	860
2	4:1	10	84,6	5900	350	250	900
3	1:4	12	80,7	4550	260	200	700
4	4:1	12	84,5	5800	350	260	800
5	1:4	14	80,1	5500	340	230	820
6	4:1	14	82,7	5400	320	220	740

\* Лиственная щепка.

на 10 °С значительно увеличивает все механические характеристики при снижении выхода (B) полуцеллюлозы на 10 %. Увеличение расхода химикатов с 10 до 14 % и продолжительности варки с 15 до 25 мин приводит к увеличению выхода НСПЦ и всех механических показателей (варка № 7).

В табл. 2 объединены результаты варок лиственной щепы. Варочный раствор представлял собой смесь моносульфита (в единицах  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и NaOH. Исследовано два соотношения  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и NaOH (4:1 и 1:4). Варки проводили с разными расходами химикатов (10, 12, 14 %) при постоянной температуре 175 °С. В этом случае оптимальным является режим варки № 4. При соотношении  $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{NaOH} = 4:1$  и расходе химикатов 12 % все физико-механические показатели полуцеллюлозы выше, чем в остальных случаях. Увеличение расхода химикатов снижает выход полуцеллюлозы, а увеличение содержания каустика в варочном растворе – разрывную длину, сопротивление раздиранию и сопротивление плоскостному сжатию.

Таблица 3

## Варки НСПЦ на моносульфите с добавкой белого щелока

Порядковый номер варки	Породный состав щепы, %		Добавка белого щелока, %	Расход химикатов на варку	Характеристики полуцеллюлозы				
	Хвойная	Лиственная			B, %	L, м	П, кПа	СМТ, Н	R, мН
*	-	100,0	-	10,0	81,1	7750	500	-	-
*	-	100,0	-	14,0	83,3	8200	598	-	-
1	4,7	95,3	-	12,0	81,7	7100	460	310	1240
2	30,0	70,0	-	12,0	83,1	6850	461	260	1140
3	4,7	95,3	10	14,2	77,0	7350	529	305	1220
4	4,7	95,3	20	15,9	75,9	6400	441	290	1290
5	30,0	70,0	20	15,9	75,8	6350	443	242	1470
6	4,7	95,3	30	18,3	72,3	7300	470	320	1250

7	4,7	95,3	40	20,2	67,9	7300	540	325	1410
8	30,0	70,0	40	20,1	69,6	5850	510	266	1810

\* Варки проведены по классическому режиму.

Таблица 4

#### Варки НСПЦ на моносulfите с добавкой белого щелока и опилок

Порядковый номер варки	Состав сырьевой смеси, %		Расход химикатов на варку	Характеристики полуцеллюлозы		
	Щепа	Опилки		В, %	L, м	П, кПа
1	100	-	14	83,3	8200	598
2	100	-	10	81,1	7750	500
3	90	10	14	80,4	7800	549
4	84	16	14	81,2	7850	539
5	84	16	14	79,9	7900	559
6	84	16	14	-	7900	549
7	84	16	10	80,7	6500	421
8	70	30	14	80,7	6150	333

Результаты варок с добавкой белого щелока представлены в табл. 3, 4. В этой серии варок варьировали расход химикатов, относительное содержание белого щелока в варочном растворе и фракционный состав щепы. При увеличении расхода химикатов выход полуфабриката снижается приблизительно на 10 %, а механические показатели увеличиваются (см. табл. 3). При увеличении доли белого щелока в варочном растворе от 10 до 40 % ухудшения механических свойств полуцеллюлозы не отмечено.

Повышение содержания хвойной щепы с 4,7 до 30 % уменьшает сопротивление плоскостному сжатию на 20 %. Наличие в составе щепы древесных опилок снижает выход и разрывную длину полуцеллюлозы (табл. 4).

Проведены варки на отработанном моносulfитном (красном) щелоке с добавкой белого щелока (табл. 5). Переменные параметры этих варок: расход химикатов и фракционный состав щепы. В этом случае увеличение

Таблица 5

## Варки НСПЦ на отработанном щелоке с добавкой белого щелока

Порядковый номер варки	Породный состав щепы, %		Состав сырьевой смеси, %			Расход химикатов на варку	Характеристики полуцеллюлозы				
			Фракция щепы		Опилки		В, %	L, м	П, кПа	СМТ, Н	R, мН
	Хвойная	Лиственничная	Нормальная	Мелкая							
1	-	100,0	100	-	-	3,8	83,6	5 700	328	260	1020
2	-	100,0	100	-	-	9,1	77,1	6250	412	270	1120
3	-	100,0	100	-	-	14,1	71,6	7550	461	315	1140
4	-	100,0	100	-	-	19,2	67,7	7750	559	310	1300
5	14,1	85,9	100	-	-	3,2	87,5	4900	323	190	1100
6	14,1	85,9	100	-	-	8,0	83,5	5650	372	223	1340
7	14,1	85,9	100	-	-	12,9	75,2	6500	450	239	1420
8	14,1	85,9	100	-	-	17,7	71,7	6650	480	270	1510
9	14,1	85,9	85	10	5	3,2	86,5	5850	338	203	1160
10	14,1	85,9	85	10	5	12,9	79,4	7300	451	238	1100
11	-	100,0	80	20	-	12,9	77,7	7900	539	283	960
12	-	100,0	85	10	5	12,8	78,2	8350	529	251	980



Таблица 6

## Варки НСПЦ на зеленом щелоке

Поряд- ковый номер варки	Массовая доля щелока в варочном растворе, %		Расход химикатов на варку	Характеристики полуцеллюлозы				
	зеленого	белого		В, %	L, м	П, кПа	СМТ, Н	R, мН
1	100	-	12	81,2	7400	480	300	900
2	100	-	14	79,8	7700	505	290	860
3	20	80	14	76,7	6750	505	290	1180
4	80	20	14	78,9	6300	450	280	1100

расхода химикатов снижает выход полуцеллюлозы на 17 %. Все механические показатели, за исключением сопротивления плоскостному сжатию, с ростом расхода щелочи увеличиваются. Сопротивление плоскостному сжатию повышается до 315 Н при расходе химикатов 14,1 % в ед.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , дальнейшее увеличение расхода химикатов приводит к снижению этого показателя. Увеличение в составе щепы содержания мелкой фракции и опилок при повышении расхода химикатов отражается на выходе продукта: он снижается на 11 %. Все механические показатели, за исключением сопротивления раздиранию, которое снижается на 20 %, возрастают.

Варки на зеленом щелоке и на смеси зеленого и белого щелоков (табл. 6) проводили с изменением расхода химикатов от 12 до 14 % при стабилизации остальных параметров. Соотношение зеленого и белого щелоков равно 1:4 и 4:1. Конечная температура 175 °С. Анализ результатов варок показал, что с увеличением расхода химикатов снижается сопротивление плоскостному сжатию.

При варке на смеси зеленого и белого щелоков увеличение доли последнего способствует росту разрывной длины (с 6300 до 6750 м) и сопротивления плоскостному сжатию (от 280 до 290 Н).

*Выводы*

1. Для производства нейтрально-сульфитной полуцеллюлозы предпочтительнее использовать листовенную древесину. Добавка хвойной древесины ухудшает механические свойства полуцеллюлозы, но добавка белого щелока к моносulфитному смягчает отрицательное влияние добавки хвойной древесины, что позволяет увеличить ее долю в композиции.

2. При повышенном расходе химикатов (14 %) и продолжительности стоянки на конечной температуре 25 мин получена полуцеллюлоза с наибольшим выходом (88,8 %). Механические показатели полученного полуфабриката соответствуют требуемым значениям, за исключением сопротивления плоскостному сжатию.

3. Полуфабрикат с наибольшим значением сопротивления плоскостному сжатию получен при варке на моносulфите с добавкой 40 % белого щелока. Показатель сопротивления плоскостному сжатию зависит от породного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галеева Н.А.* Производство полуцеллюлозы и целлюлозы высокого выхода. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 320 с.
2. *Перекальский Н.П., Галеева Н.А.* Производство полуцеллюлозы. – М: Гослесбумиздат, 1963. – 14 с.

Архангельский государственный  
технический университет

ОАО «Архангельский целлюлозно-  
бумажный комбинат»

Поступила 15.01.02

*E.V. Djakova, L.A. Milovidova, V.I. Komarov*

**Influence of Different Modifications of Neutral-sulfite Cooking on  
Physical-and-mechanical Properties of Semicheical Pulp**

Hardwood is found out to be more preferable for producing neutral-sulfite semicheical pulp. Cooking at increased values of chemical charge and duration of hauling with final temperature allows to produce semicheical pulp with the biggest output. Semifinished product with maximum characteristics of hardness (resistance to plane compression) is produced at pulp cooking with 40% degree of monosulfite substitution by white liquor.

