

# ДЕЛИГНИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ В ПАРОГАЗОВОЙ ФАЗЕ

М. А. ЗИЛЬБЕРГЛЕЙТ, кандидат химических наук,  
Б. С. СИМХОВИЧ, научный сотрудник,  
В. М. РЕЗНИКОВ, доктор химических наук,  
Белорусский технологический институт  
имени С. М. Кирова

В ПОСЛЕДНИЕ годы приоритетное развитие в целлюлозно-бумажной промышленности получают разработки ресурсосберегающих технологий. К их числу необходимо отнести варку растительного сырья при малом гидромодуле (в парогазовой фазе).

Ранее была показана возможность получения целлюлозы в результате варки древесины лиственных пород с водными растворами уксусной кислоты в парогазовой фазе (ПГФ) [1].

Цель данной работы — исследование химического состава и бумагообразующих свойств уксуснокислой целлюлозы, полученной в результате варки древесины лиственных пород в парогазовой фазе.

Условия варки воздушно-сухой щепы березы и осины лабораторного изготовления описаны в работах [1, 2].

Как следует из табл. 1 на первой стадии варки в ПГФ удается получить волокнистый полуфабрикат сверхвысокого выхода с большим содержанием остаточного лигнина. Обработка древесного остатка на второй стадии 2%-ным раствором NaOH при комнатной температуре позволила резко снизить содержание остаточного лигнина. Характеристики древесных остатков после второй стадии также приведены в табл. 1.

Общий выход ( $V_{\text{общ}}$ ) древесного остатка после варки в парогазовой фазе с уксусной кислотой (1-я стадия) и щелочной экстракции (2-я стадия) определяли по формуле

$$V_{\text{общ}} = \frac{V_1 V_2}{100},$$

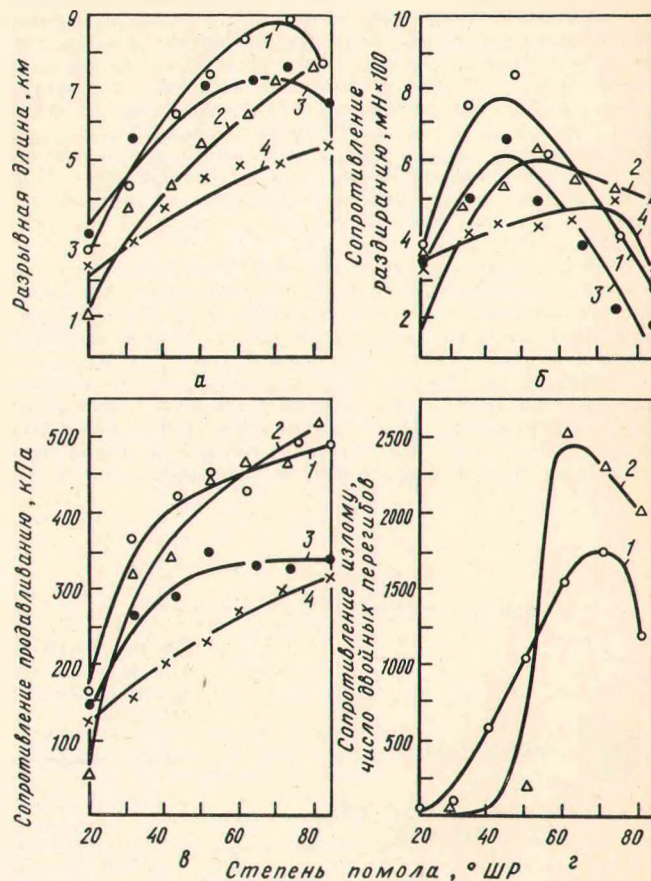
где  $V_{\text{общ}}$  — общий выход, %;

$V_1$  — выход после варки в ПГФ, %;

$V_2$  — выход после щелочной экстракции, %.

Экспериментальные данные показывают, что щелочная экстракция уменьшает выход древесного остатка, снижая его с 77,3/73,6% (осина/береза) до 48,6%/45,8% при гидромодуле 1:1 и с 86,7/83,8% до 57,6/55,8% при гидромодуле 1:0,1. При этом уменьшается содержание остаточного лигнина с 28,1/26,3% до 2,8/4,6% при гидромодуле 1:1 и с 24,0/24,4% до 12,5/14,6% при гидромодуле 1:0,1. Показатель степени делигнификации достигает максимального значения (93,1/89,2%) при гидромодуле 1:1 и начинает падать с уменьшением гидромодуля варки, достигая 64,0/58,5% при гидромодуле 1:0,1. Степень удаления углеводов в меньшей степени зависит от гидромодуля варки и уменьшается лишь на 3—5%. Обратная зависимость наблюдается для показателя селективности про-

цесса. Как показывают результаты делигнификации древесины лиственных пород в ПГФ с последующей щелочной экстракцией, при гидромодуле 1:1 удается получить целлюлозу нормально-го выхода (48,6/45,8%) при небольшом содержании остаточного лигнина (2,8/4,6%) и высокой степени делигнификации (93,1/89,2%). Результаты, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, что варка лиственной древесины в парогазовой фазе при гидромодуле 1:1 — 1:0,5 может обеспечить получение целлюлозы с невысоким содержанием остаточного лигнина и нормальным выходом.



Влияние степени помола на разрывную длину (а), сопротивление раздиранию (б), продавливанию (в) и излому (г) уксуснокислой целлюлозы из древесины лиственных пород:

1 — береза (жидкостная варка); 2 — то же (парогазовая варка); 3 — осина (жидкостная варка); 4 — то же (парогазовая варка)

Таблица 1

Гидромодуль варки	I степень (варка в ПГФ)			II степень (щелочная экстракция)					
	Выход, %	Содержание остаточного лигнина,*** %	Степень удаления углеводов, %	Выход после щелочной экстракции, %	Общий выход после I и II ступеней, %	Содержание остаточного лигнина, %	Степень делигнификации, %	Селективность, %	Степень удаления углеводов, %
1:1	77,3*	28,1	30,5	62,0	48,6	2,8	93,1	59,8	40,9
	73,6**	26,3	32,5	62,2	45,7	4,6	89,2	55,5	45,7
1:0,7	79,5	27,8	28,2	62,3	49,5	3,8	90,6	60,5	40,4
	75,4	26,6	31,2	62,2	46,9	5,7	86,4	56,4	45,0
1:0,5	78,8	28,2	29,3	63,6	50,1	5,3	86,8	60,6	40,7
	77,1	27,2	30,2	63,4	48,9	6,7	83,4	58,4	43,3
1:0,3	80,4	26,3	25,3	64,8	52,1	7,7	80,1	62,0	39,9
	79,1	25,3	26,4	64,6	51,1	10,7	72,1	59,5	43,3
1:0,1	86,7	24,0	17,6	66,4	57,6	12,5	64,0	66,0	37,0
	83,8	24,4	21,1	66,5	55,8	14,6	58,5	63,0	40,8

\* В числителе осина.

\*\* В знаменателе береза.

\*\*\* Рассчитывалось от древесного остатка.

Таблица 2

Порода древесины	Варка	Гидро-модуль варки	Выход, %	Содержание, %			Жесткость целлюлозы, ед. Каппа	Содержание легко-гидролизуемых полисахаридов, %	Степень полимеризации, СП
				остаточного лигнина	пентозанов	альфацеллюлозы			
Береза	Жидкостная	1:3	48,3	3,0	10,0	93,9	14,5	7,5	1800
	Парогазовая	1:0,74	55,2	4,1	7,7	78,6	23,3	5,6	1990
Осина	Жидкостная	1:4,6	50,0	1,6	5,2	93,3	10,3	4,2	1700
	Парогазовая	1:1	58,4	1,5	4,4	81,2	8,0	5,5	1590

В табл. 2 приведен сравнительный химический состав уксуснокислой целлюлозы, полученной в результате варки древесины лиственных пород в жидкой и парогазовой фазах. Как следует из экспериментальных данных, при проведении парогазовой делигнификации с 75 %-ной уксусной кислотой содержание пентозанов и  $\alpha$ -целлюлозы в волокнистых полуфабрикатах меньше аналогичных ее показателей при жидкофазной варке, по степени полимеризации целлюлоза парогазовой варки практически не отличается от полученной при жидкостной варке. При этом парогазовая варка позволяет повысить выход древесного остатка на 7—8 % при незначительном изменении содержания остаточного лигнина.

На рисунке приведены кривые изменения ряда бумагообразующих свойств (разрывной длины, сопротивления продавливанию, раздиранию и излому) образцов уксуснокислой целлюлозы, полученных из древесины березы и осины в результате варки в жидкой (ЖФ) и парогазовой фазах (ПГФ).

Как видно из рисунка, характер кривых зависит от способа варки. Так, при варке в ЖФ кривая разрывной длины имеет максимум при размоле до 70 °ШР, а при ПГФ — монотонно возрастает. При этом максимальная разрывная длина при жидкофазной варке составляет 8900 м (для целлюлозы из бе-

резы) и 7500 м (из осины), а при парогазовой варке — 7600 и 5200 м соответственно. Зависимость сопротивления раздиранию от степени помола также определяется видом варки. Если для волокнистых полуфабрикатов, полученных в ЖФ, характерно быстрое его нарастание при размоле до 40 °ШР (до 840 и 680 мН у целлюлозы из березы и осины), то для целлюлозы, полученной при варке древесины березы в ПГФ, максимум сопротивления раздиранию (620 мН) достигается при размоле до 50 °ШР, а для целлюлозы из осины (500 мН) до 70 °ШР. Целлюлоза, полученная в результате варки в ПГФ, имеет более высокое сопротивление раздиранию, чем полученная в ЖФ (при степени помола 55—60 °ШР и выше). При столь же высокой степени помола (60 и 70 °ШР для целлюлозы из березы и осины) становится менее заметным различие в способе варки для показателя сопротивления продавливанию. Однако уксуснокислая целлюлоза из осины в отличие от березовой обладает относительно невысоким сопротивлением продавливанию — 290 кПа (ЖФ), 320 кПа (ПГФ) и 490 кПа (ЖФ), 525 кПа (ПГФ) соответственно.

Сравнивая прочностные показатели уксуснокислой целлюлозы, полученной в результате варки древесины лиственных пород в парогазовой фазе, и сульфитной (СФИ) небеленой целлюлозы из хвойной древесины, выпускаемой по ГОСТ 6501—82, можно сделать вывод, что уксуснокислая целлюлоза из древесины березы соответствует СФИ-целлюлозе марок Ж-3, Ж-4, Ж-5 и может быть использована взамен нее при производстве различных видов бумаги и картона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Делигнификация древесины лиственных пород водными растворами уксусной кислоты / В. М. Резников, М. А. Зильберглейт, Б. С. Симхович и др. // Бумажная пром-сть.— 1988.— № 9.— С. 12—13.
2. Бумагообразующие свойства УК-целлюлозы из древесины лиственных пород / Б. С. Симхович, М. А. Зильберглейт, В. М. Резников // Бумажная пром-сть.— 1987.— № 7.— С. 25—26.

Данные о работе оборудования для обезвоживания осадка сточных вод на предприятии «Халльставик» представлены в таблице.

Вид осадка	Количество осадка, т/сут (абс. сухого вещества)	Обезвоживающее оборудование	Конечная сухость осадка, %
Волокнодержащий и химический осадок с первой ступени очистки	40—60	Ленточный пресс ESP120	32—37
Биологический и химический осадок	5—12		
Осадок установки облагораживания макулатуры	25	Центрифуга	35—38
Всего	70—85		33—37

#### РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТБЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Pulp and Paper, 1988, № 6, P. 104—107  
 НА ПРЕДПРИЯТИИ компании «Гилман Пейпер» в г. Сент-Мэри (США) с 1953 г. работает пятиступенчатая отбельная установка, производительность которой постепенно возрастала с 450 до 620 т/сут за счет использования гипохлорита на ступенях щелочения. В 1987 г. стандартное щелочение (Ш<sub>1</sub>) в схеме Х—Ш<sub>1</sub>—Д<sub>1</sub>—

Ш<sub>2</sub>—Д<sub>2</sub> было заменено окислительным щелочением с добавкой гипохлорита (ЩОГ), что позволило сократить расход химикатов на последующих ступенях (гипохлорита — на 33 и двуокиси хлора — на 14 %) и снизить содержание костры в целлюлозе (на 37 %). В 1988 г. был завершен второй этап реконструкции отбельной установки с разделением ее на два потока (для лиственной и хвойной целлюлозы) мощностью по 500 т/сут с использованием существующего оборудования для проведения отбели в три ступени на каждом потоке (Х—ЩОГ—ГД).

#### КОРОТКО О РАЗНОМ

● По сообщению профессора К. Крингстада, НИИ ЦБП Швеции разработал рекомендации по сокращению образования диоксида в процессе отбели. Наиболее важными мероприятиями в этой области — тщательная промывка целлюлозы перед отбелкой, сокращение расхода хлора на отбелку и совершенствование управления процессом отбели. Кислородная делигнификация также резко сокращает образование диоксида. Большинство сульфатно-целлюлозных заводов могут осуществить рекомендуемые мероприятия.

● В течение лесозаготовительного сезона 1987—1988 гг. объем заготовленного круглого леса для промышленного использования в Финляндии составил 44,6 млн. м<sup>3</sup>. Около 98 % всей древесины было заготовлено в виде коротья и 2 % — в виде целых деревьев или их отрезков. Заготовка древесины в хлыстах в Финляндии не практикуется и не предвидится в обозримом будущем.



#### ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

Svensk Papperstidning, 1988, № 6, S. 23, 26

ПРЕДПРИЯТИЕ «Халльставик» (Швеция) вырабатывает 530 тыс. т/год газетной и других видов бумаги для печати из ТММ, ДДМ и облагороженной макулатуры. Допустимый сброс в водоем загрязняющих веществ со сточными водами этого предприятия составляет по БПК<sub>7</sub> 3,5 т/сут, по взвешенным веществам 1,6 т/сут, по фосфору 10 кг/сут. Сточные воды проходят многоступенчатую очистку, включая биологическую и химическую. Осадок представляет собой смесь различных видов — волокна, биологического ила, типографской краски, осадка от химической обработки. Такой осадок плохо поддается обезвоживанию, и установленное оборудование (вакуум-фильтры, центрифуги и шнек-прессы «Сюдор») не справились с его объемом (500 м<sup>3</sup>/сут). В 1987—1988 гг. вместо вакуум-фильтров и шнек-прессов были установлены два ленточных пресса ESP1-20 фирмы «Альстрем», которые позволили при незначительном расходе полимеров обеспечить достаточно высокое содержание сухого вещества в обезвоженном осадке, чтобы его можно было сжигать в топке котла без мазутной подсветки.