

УДК 674.8

Л.П. Майорова

Майорова Людмила Петровна родилась в 1947 г., окончила в 1973 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности Тихоокеанского государственного университета. Имеет более 180 печатных работ в области рационального и комплексного использования древесного сырья и глубокой химической переработки древесины.



ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК

Показано, что при увеличении расхода химикатов на варку и продолжительности стоянки на конечной температуре из отходов лесозаготовок может быть получена сепарируемая целлюлоза с выходом на 10...11 % ниже, чем из балансовой древесины, и достаточно высокими показателями механической прочности.

Ключевые слова: отходы лесозаготовок, сульфатная варка, делигнификация, избирательность, выход, степень делигнификации, показатели механической прочности.

Хабаровский край имеет значительные лесные ресурсы, на долю которых приходится 6,2 % запасов древесины Российской Федерации. Лесопромышленный комплекс края является одной из ведущих отраслей промышленности. Однако из-за отсутствия глубокой химической переработки и ориентации на экспорт круглого леса на лесосеках остается до 3 млн м³ балансов, тонкомерной древесины и отходов. Велика доля поврежденной и брошенной на лесосеке древесины [5]. Основными направлениями экономического и социального развития Хабаровского края на период до 2010 г. предусмотрено строительство целлюлозно-бумажного комбината мощностью 700 тыс. т сульфатной целлюлозы по варке в год. Для этого потребуются 3,5 млн м³ низкосортного сырья, поэтому остро стоят вопросы использования всех видов отходов, остающихся на лесосеках, погрузочных площадках и нижних складах, для производства технологической щепы и оценки возможности ее использования в производстве целлюлозы.

Анализ литературных данных [1–4] показал следующее.

1. Щепка из всей биомассы дерева содержит много экстрактивных веществ и золы, а наличие в ней коры, хвои, листвы, минеральных и др. включений вызывает значительные трудности при эксплуатации транспортного и технологического оборудования. Без облагораживания такую щепу можно использовать в виде добавок (до 20 %) к технологической щепе из балансовой древесины при производстве целлюлозы для бумаг и картона.

2. Щепка из древесины лиственных пород (береза, осина) по сравнению с щепкой из балансовой древесины имеет пониженную на 5 ... 6 %

плотность и содержит на 3,4 ... 4,5 % меньше целлюлозы и на 2,0 % больше лигнина; содержание экстрактивных веществ в такой щепе выше в 1,5 раза, золы – в 2,2–2,6 раза. Она относительно менее засорена и может использоваться в количестве 15 ... 20 % в производстве беленой сульфатной целлюлозы и 50 % и более в производстве полуцеллюлозы.

3. Для производства высококачественных видов целлюлозы и бумаги применение щепы из всего дерева технологически и экономически нецелесообразно, так как связано с увеличением расходов химикатов, потерями волокна и ухудшением показателей механической прочности целлюлозы.

4. По сравнению с древесиной ствола древесина корней и ветвей содержит меньше целлюлозы и больше лигнина, экстрактивных веществ, золы. Максимальное количество нежелательных примесей отмечено в коре.

5. Древесина ветвей и пней может служить дополнительным источником сырья для получения волокнистых полуфабрикатов. Для варки древесных отходов хвойных пород применим сульфатный способ, для лиственных – также и моносульфитный. Целлюлоза отличается низким выходом и пониженными показателями механической прочности. Целлюлозу из ветвей можно использовать в производстве оберточных и упаковочных видов бумаги и картона.

Таким образом, особенности физических свойств и химического состава, наличие коры в щепе обуславливают особенности переработки и качественные показатели получаемых из этого сырья полуфабрикатов. Наиболее рациональным способом переработки такого сырья считается сульфатный.

Цель данной работы – исследовать возможность применения щепы из отходов лесозаготовок основных дальневосточных пород в производстве сульфатной целлюлозы.

В качестве сырья использовали технологическую щепу из балансовой древесины и отходов лесозаготовок Амурского района, изготовленную из наиболее распространенных в Хабаровском крае пород: лиственницы даурской, ели, березы белой. Щепа, неравномерная по фракционному составу, имела примеси коры (табл. 1).

По сравнению с технологической щепой марки Ц-3 в щепе из отходов лесозаготовок доля крупной и мелкой фракций и коры выше, гниль первой стадии составляет от 2,3 до 3,6 %. Содержание лигнина и экстрактивных веществ в отходах лесозаготовок выше, а целлюлозы ниже, чем в балансовой древесине (табл. 2).

Варки проводили в автоклавах вместимостью 5 л с электрообогревом. Гидро модуль 4,5:1,0. Показатели белого щелока: сульфидность – 25 %, степень каустизации – 85 %, степень восстановления – 92 %, концентрация активной щелочи – 100 г/л ед. Na₂O.

Таблица 1

Усредненный фракционный состав щепы из отходов лесозаготовок (числитель) и балансовой древесины (знаменатель)

Порода древесины	Остаток щепы, %, на ситах с отверстиями диаметром, мм					Содержание коры, %
	50	30	10	5	0*	
Ель	–	6,8/3,6	80,1/89,2	9,9/6,8	3,2/0,4	10,1/1,7
Лиственница	1,6/–	8,6/3,9	72,7/86,1	14,2/8,8	2,9/1,2	13,2/2,1
Береза	–	7,4/2,8	77,1/90,0	12,0/5,7	3,5/1,5	11,8/1,8

* Поддон.

Таблица 2

**Химический состав (%) балансовой древесины (числитель)
и отходов лесозаготовок (знаменатель)**

Порода древесины	Вещества, экстрагируемые водой	Лигнин	Целлюлоза
Ель	1,48/–	28,8/32,3	49,1/41,1
Лиственница	2,25/6,20	26,4/29,3	46,2/39,8
Береза	1,53/4,10	22,9/24,6	46,0/36,8

Таблица 3

Условия проведения четырех вариантов варок

Порода древесины	1			2			3			4		
	<i>T</i>	τ	<i>P</i>	<i>T</i>	τ	<i>P</i>	<i>T</i>	τ	<i>P</i>	<i>T</i>	τ	<i>P</i>
Ель	175	45	18,0	175	80	18,0	175	45	19,0	175	80	19,0
Лиственница	172	50	19,0	172	80	19,0	172	50	20,5	172	80	20,5
Береза	160	45	16,0	160	80	16,0	160	45	17,0	160	80	17,0

Примечание. *T* – температура варки, °С; τ – продолжительность стоянки, мин; *P* – расход щелочи на варку, %.

Важнейшим фактором, определяющим скорость делигнификации, является расход активной щелочи на варку. В предварительных опытах было показано, что расход активной щелочи на варку менее 15 % для березы и 17 % для ели и лиственницы недостаточен для завершения делигнификации: полученные полуфабрикаты практически не разделяются на волокна. Чрезмерное увеличение расхода активной щелочи на варку может привести к значительной деструкции углеводной части древесины, что сказывается на выходе целлюлозы и ее бумагообразующих свойствах.

Эксперименты проводили в четырех (1–4) вариантах (табл. 3). Продолжительность подъема температуры до конечной во всех опытах составляла 120 мин. Полученные полуфабрикаты промывали на лабораторной сече и анализировали по традиционным в ЦБП методикам (табл. 4).

Анализируя результаты, представленные в табл. 2, можно отметить следующее.

Выбранные режимы варки щепы из балансовой древесины позволяют получить полуфабрикаты с степенью делигнификации 26 ... 30 ед. Кап-

па и достаточно высокими показателями механической прочности (разрывная длина, сопротивления продавливанию и раздиранию).

Выход целлюлозы из отходов лесозаготовок ниже, чем из балансовой древесины, а количество непровара и содержание лигнина существенно выше. Делигнификация замедлена. Максимальная разница показателей отмечена при варке по одному режиму щепы из отходов лесозаготовок и балансовой древесины. Большое количество непровара обусловлено наличием в щепе коры и очень неравномерным фракционным составом.

Таблица 4

Показатели целлюлозы из отходов лесозаготовок

Вариант варки	Общий выход, %	Непровар, % от абс. сухой древесины	Выход сортированной целлюлозы, %	Степень делигнификации, ед. Каппа	Разрывная длина, м	Сопротивление		Потребление активной щелочи, % от заданной
						продавливанию, кПа	раздиранию, Н	
Ель								
1	44,97	5,67	39,30	60,6	10800	550	0,84	94,1
2	40,92	4,76	36,16	32,3	9500	465	0,85	96,8
3	41,40	3,35	38,05	39,4	9900	510	0,85	90,3
4	39,70	2,55	37,15	27,6	9600	470	0,85	92,1
*	48,90	1,60	47,30	26,7	9800	490	0,89	86,4
Лиственница								
1	41,73	5,43	36,30	45,5	8900	400	1,02	95,3
2	38,45	3,55	34,90	32,9	8700	450	1,05	98,2
3	39,50	4,20	35,32	37,1	8300	410	1,06	91,4
4	37,17	3,67	33,51	28,2	9250	430	1,06	92,9
*	44,12	0,25	43,60	27,3	7800	340	1,36	87,6
Береза								
1	45,00	5,00	40,00	64,5	8600	340	0,61	92,8
2	44,44	3,16	40,28	38,7	9150	360	0,62	96,3
3	43,67	4,23	39,44	45,2	8700	365	0,62	89,8
4	41,85	2,20	39,65	31,8	8550	350	0,69	90,3
*	51,28	0,68	50,60	29,7	9900	410	0,74	88,9

* Щепы из балансовой древесины.

Выход сортированной целлюлозы из лесосечных отходов ели составляет 39,30 %, количество непровара 5,67 %, степень делигнификации 60,6 ед. Каппа (9,1 % лигнина в целлюлозе). Сульфатная целлюлоза из балансовой древесины, сваренная по тому же технологическому режиму, имела выход 47,30 % при содержании непровара 1,60 % и степени делигнификации 26,7 ед. Каппа. Соотношение лигнина и углеводов в целлюлозе из лесосечных отходов составляло 0,301, а в целлюлозе из балансовой древесины – 0,093 (в 3,24 раза меньше).

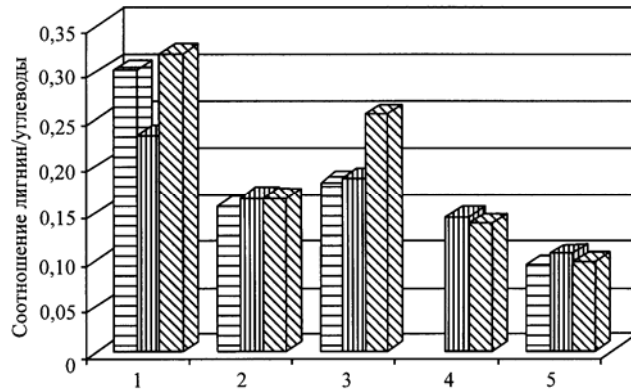
При варке по одному режиму щепы из отходов лесозаготовок и балансовой древесины лиственницы выход сортированной целлюлозы из лесосечных отходов на 7,3 % ниже, количество непровара в 1,04 раза больше. Делигнификация, как и в случае варки ели, замедлена. Степень делигнификации целлюлозы из лесосечных отходов – 45,5 ед. Каппа, из балансовой древесины – 27,3 ед. Каппа, соотношение лигнина и углеводов в древесных остатках – соответственно 0,232 и 0,104. В случае варки березы выход сортированной целлюлозы ниже на 10,6 %, количество непровара выше в 7,35 раза, степень делигнификации – на 34,8 ед. Каппа.

При увеличении продолжительности стоянки на конечной температуре до 80 мин выход целлюлозы из отходов лесозаготовок ели снизился до 36,16 % (на 3,16 %), степень делигнификации – на 21,2 ед. Каппа, а соотношение лигнина и углеводов составило 0,155, что свидетельствует о преимущественном удалении лигнина. В меньшей степени увеличение продолжительности стоянки сказывается при варке отходов из древесины лиственницы: выход сортированной целлюлозы снижается на 1,4 %, степень делигнификации – на 12,6 ед. Каппа, приближаясь к уровню соответствующего показателя полуфабриката из отходов ели. Количество непровара уменьшается в 1,53 раза. При варке щепы из лесосечных отходов березовой древесины выход сортированной целлюлозы мало изменяется, количество непровара и степень делигнификации снижаются. По-видимому, при увеличении продолжительности стоянки имеет место развитие стадии преимущественного удаления лигнина, не завершившейся при варке по варианту 1.

Увеличение расхода активной щелочи на варку при сохранении продолжительности стоянки по варианту 1 менее эффективно с точки зрения завершенности делигнификации, чем увеличение продолжительности стоянки на конечной температуре.

Условия варки по варианту 4 обеспечивают получение из отходов всех исследованных пород полуфабриката с приблизительно той же степенью делигнификации, что и при варке щепы из балансовой древесины, но с более низким (на 10 ... 11 %) выходом сортированной целлюлозы и более высоким количеством непровара (табл. 4).

Показатели механической прочности полуфабрикатов из отходов хвойных пород остаются на достаточно высоком уровне. Сопротивление раздиранию полуфабрикатов из отходов лесозаготовок ниже по сравнению с соответствующим показателем целлюлозы из балансовой древесины у всех исследованных пород. Максимальными показателями разрывной длины и



Изменение избирательности варочного процесса:
 1 – 4 – варианты варки, 5 – балансовая древесина;
 (▨ – ель, ▩ – лиственница, ▩ – береза)

сопротивления продавливанию отличается целлюлоза, полученная из отходов лесозаготовок ели. У полуфабрикатов из отходов лесозаготовок березы показатели механической прочности ниже, чем у целлюлозы из балансовой древесины.

Избирательность варочного процесса, выраженная как отношение содержания лигнина в древесном остатке к содержанию углеводов, значительно ниже при варке отходов лесозаготовок и несколько улучшается с повышением расхода активной щелочи и продолжительности стоянки на конечной температуре (см. рисунок).

Целлюлоза, полученная из отходов лесозаготовок по вариантам 2–4, удовлетворяет требованиям ГОСТ 11208–82 к целлюлозе марок НС-1 (ель), НС-2 (лиственница), НС-2 (береза) за исключением сопротивления раздиранию.

Выводы

1. Делигнификация при варке щепы из отходов лесозаготовок замедлена, избирательность варочного процесса низкая, что обусловлено неравномерным фракционным составом щепы и присутствием коры.

2. В технологическую схему производства целлюлозы из отходов лесозаготовок целесообразно включение стадии горячего размола.

3. Для получения сепарируемой целлюлозы из отходов лесозаготовок необходимо увеличение расхода активной щелочи на варку и продолжительности стоянки на конечной температуре. В этих условиях может быть получена целлюлоза, соответствующая требованиям ГОСТ 11208–82, но выход ее на 10 ... 11 % ниже, чем у целлюлозы из балансовой древесины.

4. Организация производства технологической щепы из отходов лесозаготовок позволит повысить комплексное использование древесного сырья и частично решить проблему обеспечения сырьем планируемого в Хабаровском крае целлюлозно-бумажного комбината.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бейгельман, А.В.* Переработка низкокачественной древесины, лесосечных отходов и щепы из целого дерева на волокнистые полуфабрикаты [Текст]: экспресс-информ. / А.В. Бейгельман, А.И. Гасинец, Г.Н. Антошкина, Т.А. Мехнин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1982. – Вып. 26. – С. 1–14.
2. *Захаренко, В.Н.* Использование всей биомассы дерева лиственных пород для получения целлюлозы и полуцеллюлозы [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Захаренко В.Н. – Л., 1987. – 20 с.
3. *Лысяк, Т.К.* Исследование особенностей получения сульфатной целлюлозы из тонкомерной древесины лиственных пород от рубок ухода [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Лысяк Т.К. – Л., 1980. – 160 с.
4. *Матюшкина, А.П.* Исследование пнево-корневой древесины осины в производстве сульфатной целлюлозы [Текст] / А.П. Матюшкина // Физико-химические исследования древесины и ее комплексное использование. – Петрозаводск, 1978. – С. 5–24.
5. Основные направления экономического и социального развития Хабаровского края на период до 2010 г. [Текст]. – Хабаровск: Изд-во «Магеллан», 2005. – 214 с.

Тихоокеанский государственный
университет

Поступила 21.02.07

L.P. Maiorova

Quality Analysis of Sulphate Pulp from Waste Wood

It is shown that under increase of chemicals charge for cooking and staying time at the final temperature the separated pulp could be produced from wastewood with yield on 10...11 % lower than from pulpwood and rather high characteristics of mechanical strength
