

УДК 676.1.022

И.С. ГЕЛЛЕС

Петрозаводский государственный университет



Гелес Иосиф Соломонович родился в 1933 г., окончил в 1956 г. Ленинградский технологический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Петрозаводского государственного университета. Имеет около 300 печатных трудов в области научного обоснования и разработки экологически чистых ресурсосберегающих технологий при использовании древесной биомассы, применения отходов древесного сырья для очистки сточных вод различных производств.

О ВАРКЕ НЕОКОРЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Получены экспериментальные данные о физико-механических свойствах целлюлозных масс из корки и луба основных лесообразующих пород таежной зоны РФ.

The experimental data are obtained on physico-mechanical properties of pulp from cortex and soft bark of the main forest-forming species of taiga.

Вопрос целесообразности окорки древесины для сульфатной варки обсуждался неоднократно. Еще в 1953 г. было высказано мнение «... о возможности совместной варки древесины и коры без ущерба для качества получаемой продукции» [5]. Автор работы [9] предложил отказаться от окорки балансовой древесины при варке щепы по сульфатному способу, мотивируя это экономией от исключения слешеров, корообдирочных барабанов, транспортных систем и многочисленного оборудования по обезвоживанию отходов окорки и очистке оборотных вод при мокром способе окорки. Подобная точка зрения высказывалась некоторыми канадскими специалистами [6]. Несколько иное мнение имели финские ученые, которые считали, что щепу с высоким содержанием коры лучше перерабатывать в отдельных потоках, но оптимальным является максимально возможное удаление коры [11]. Варка с корой, наряду с указанными выше причинами, обосновывалась также увеличением общего выхода массы за счет целлюлозной части коры и устранения потерь при окорке. В работе [10] был оценен общий выход и количество волокнистых клеток у 42 американских хвойных и лиственных древесных пород. Общий выход у хвойных колебался от 17,6 до 35,8 %. Однако волокна, годные к употреблению, присутствовали только у одного вида пихты, а пригодные склереиды у большинства

пород составляли менее 1 %. Данные о прочностных свойствах полученных целлюлозных масс не приведены.

В настоящее время имеется достаточное число работ, в которых изучено влияние коры на свойства получаемой целлюлозы. В большинстве случаев признается, что присутствие до 5 % коры в древесине мало сказывается на прочностных свойствах сульфатной целлюлозы, хотя возрастает сорность и расход химикатов на варку и отбелку [5, 6, 8, 11, 12]. Однако в сульфитном производстве присутствие даже 2 % коры резко сказывается на повышении сорности, что ведет к отбраковке продукции [3].

Концепция о преимуществах щелочной варки неокоренной древесины все в большей мере находит свое реальное воплощение. Так, согласно [8], предусмотрено широкое использование щепы из неокоренной сосны, в [12] сообщается о ежегодном (начиная с 1984 г.) применении 20 тыс. м³ щепы из кроны без окорки для выпуска мешочной бумаги. Более того, при выработке тарного картона и другой продукции на Долинском заводе используется почти исключительно неокоренная лиственница [2].

Однако отсутствие прямых данных о прочностных характеристиках целлюлозы из коры, полученной разными способами, не позволяет сделать более обоснованные выводы по указанной проблеме.

Цель нашей работы – получение данных об обоснованности варки неокоренной древесины основных пород таежной зоны России.

Методическая часть

Сразу после валки деревьев кору от ствола снимали продольными лентами и делили вручную на любяную и корковую части, которые подсушивали до воздушно-сухого состояния. После этого ее измельчали до «щепы» и хранили при комнатной температуре. Сульфатную варку вели по технологическому режиму Сегежского ЦБК. Массу размалывали в лабораторной «сече» и хранили во влажном состоянии в холодильнике, чтобы предотвратить развитие на ней микрофлоры. Размол осуществляли в мельнице

Таблица 1

Результаты сульфатной варки корки и луба основных лесообразующих пород

Порода древесины	Структурная составляющая коры	Расход щелочи (в единицах Na ₂ O)		Выход, % от исходного абс. сухого материала			Степень делигнификации, п. ед.
		% от исходного абс. сухого материала	кг / 1 т абс. сухой массы	сортированной массы	непровара	общий	
Сосна	Корка	17,0	616	21,5	6,1	27,6	123,0
	Луб	17,0	798	21,2	0,1	21,3	21,5
	Кора	17,0	890	17,1	2,0	19,1	53,5
Ель	Корка	17,0	798	21,0	0,3	21,3	90,6

Лиственница	Луб	17,0	625	26,8	0,4	27,2	35,1
	Корка	17,5	695	10,8	14,4	25,2	83,4
сибирская	Луб	17,5	632	25,9	1,8	27,7	55,5
	Корка	14,5	472	20,8	9,9	30,7	119,0
Осина	Луб	14,5	556	26,1	Нет	26,1	72,7
	Корка						
Береза	(береста)	14,5	483	-	-	30,0	-
	Луб	14,5	580	-	-	25,0	-

ЦРА, отлив – на аппарате ЛОА-2. Физико-механические показатели отливок с поверхностной плотностью 75 г/м² определяли в ЦЗЛ Кондопожского ЦБК*.

Вследствие существенной разницы в строении и составе клеток и основных групп веществ корковой и лубяной части [1] варке подвергали каждую из них отдельно. Из данных табл. 1 следует, что целлюлозные массы из указанных частей, полученные в одинаковых условиях сульфатным способом, различаются по степени непровара, выходу и степени делигнификации. Во всех случаях значения этих показателей у массы из корки значительно выше, чем у луба, особенно для таких пород, как сосна и ель. Кроме того, корка дает больший процент непровара и является источником огромного количества соринок разного размера и формы. Из обеих частей коры получена масса, выход которой в 2 и более раза ниже по сравнению с выходом целлюлозы из древесины той же породы, соответственно удельный расход гидроксида натрия в 1,7–2,3 раза выше и достигает 800 кг/т (в единицах Na₂O). Аналогичные данные были достигнуты при варке сосновой коры, не подвергнутой разделению.

Особенно низкие качественные показатели массы из коры березы, которую крайне трудно охарактеризовать обычными методами.

Для сопоставления были проведены также сульфитные варки. По этому способу (табл. 2) выход массы несколько выше, чем по сульфатному, что в случае использования корковой части приводит к еще большему засорению целлюлозы, имеющей крайне низкую белизну.

* В проведении экспериментов участвовали мл. научный сотрудник Г.М. Левкина, инженеры Т.Е. Крутова, Е.С. Софронов.

Таблица 2

**Результаты сульфитной варки корки и луба
основных лесообразующих пород**

Порода древесины	Структурная составляющая коры	Выход, % от исходного абс. сухого материала			Степень делигни- фикации, п. ед.	Белизна, %
		сортирован- ной массы	непровара	общий		
Сосна	Луб	30,3	-	30,3	42,2	9,4
Ель	Корка	39,4	1,6	40,9	28,6	-
	Луб	35,1	0,3	35,4	47,8	12,1
Осина	Корка	30,6	3,9	34,5	96,3	-

	Луб		25,6		0,6		26,2		67,9		21,9
--	-----	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	------

Таблица 3

**Длина ситовидных клеток луба коры
основных лесообразующих пород (n = 200)***

Порода древесины	Средняя длина, мм	Среднее квадратическое отклонение, мм	Коэффициент вариации, %	Показатель точности, %
Ель	2,71	0,53	19,6	1,39
Сосна	2,10	0,62	29,6	2,09
Лиственница	2,77	0,83	29,9	2,11
сибирская	0,82**	0,16	19,5	1,95

*Пробы взяты на высоте 1,3 м.

** Данные по склереидам.

Для выявления способности целлюлозных масс из коры к листообразованию была определена длина ситовидных клеток, составляющих основную часть луба. Как следует из результатов замеров (табл. 3), их длина примерно соответствует трахеидам. Склереиды лиственницы, составляющие существенную долю ее луба, имеют самые низкие значения этого параметра.

На основании экспериментальных данных был сделан вывод, что из массы от варки корки практически невозможно получить отливку, т. е. клетки наружной части коры изученных пород не способны к связеобразованию. Опыты показали высокую способность к размолу небеленых сульфатных целлюлозных масс из луба. Так, за 2 мин размол в ЦРА достигается степень помола в 50 °ШР и выше (табл. 40). Отливки, полученные из лубяной целлюлозы сосны, отличаются несколько лучшей разрывной длиной по сравнению с образцами из луба ели и лиственницы, у которых она не превышала 4100 м. Присутствие корки негативно сказывается на прочностных свойствах целлюлозных масс из коры сосны – они существенно ниже, чем из одного луба, особенно сопротивление излому (табл. 4). Нужно отметить, что отливки, полученные из луба лиственницы, имеют самые низкие значения основных механических показателей. Если сульфатные целлюлозные массы из луба хвойных пород еще могут представлять определенный

Таблица 4

**Физико-механические показатели небеленых целлюлозных масс
из луба основных лесообразующих пород**

Порода древесины	Степень помола, ° ШР		Объемная масса, г/см ³	Разрывная длина, м	Удлинение, мм	Сопротивление		
	после варки	после 2 мин размол				излому, ч.д.п.	раздиранию, мН	продавливанию, кПа
Сульфатная «целлюлоза»								
Сосна	15,5	42,5	0,526	6590	2,2	910	285	280
	20,0*	54,0	0,482	4810	3,7	49	293	187
Ель	31,0	-	0,278	3780	2,9	17	383	154
	-	50,0	0,299	4090	4,4	260	523	250

Лиственница	27,0	-	0,379	3280	2,3	7	373	118
сибирская	-	46,5	0,427	4090	3,7	36	408	177
Осина	6,0	54,5	0,260	500	1,4	-	118	19,6
Сульфитная «целлюлоза»								
Сосна	8,0	69,0	0,508	3620	1,8	4	118	169
Ель	-	70,0	0,255	2150	2,3	2	157	93
Осина	8,0	71,5	0,391	1050	1,4	-	79	21

*Для сравнения приведены данные для коры сосны.

интерес с точки зрения бумагообразующих свойств, то аналогичные массы из осины и, тем более березы, в этом отношении не имеют никаких перспектив – настолько низки прочностные показатели. В целом можно отметить, что как по выходу, расходу химикатов на варку, содержанию остаточного лигнина, так и по своим физико-механическим свойствам небеленые массы, полученные сульфатной варкой из коры указанных пород, намного уступают целлюлозе из древесины.

Небеленые сульфитные целлюлозные массы из луба имеют существенно худшие значения прочностных показателей по сравнению с сульфатными, и их, на наш взгляд, нельзя рассматривать в качестве реального компонента бумаг и картона.

Таблица 5

Характеристика исходного древесного сырья

Порода древесины	Плотность древесины в абс. сухом состоянии, кг/м ³	Плотность коры, кг/м ³		Содержание коры в древесине, %		Содержание в коре, мас. %		Содержание коры в 1 т неокоренного баланса, мас. %
		базисная	в абс. сухом состоянии	по объему	по массе	луба	корки	
Сосна	470	290	334	10,6	7,5	30	70	7,0
Ель	435	380	437	12,4	12,5	50	50	11,1
Лиственница сибирская	650	360	414	20	12,7	20	80	11,3
Осина	430	400	460	10,5	11,2	45	55	10,1
Береза	600	450	518	13,5	11,7	40	60	10,5

Таблица 6

**Содержание древесины, корки и луба в 1 т неокоренного баланса, выход целлюлозы
и удельный расход щелочи на 1 т получаемой массы**

Порода древесины	Содержание в 1 т абс. сухого неокоренного баланса, кг			Общий выход массы из 1 т абс. сухой неокоренной древесины, кг	Выход целлюлозы, % от исходной абс. сухой окорен- ной древесины	Расход щелочи (в ед. Na ₂ O) на 1 т целлюлозы, кг		Относительный расход щелочи при варке, % от ее расхода при варке окоренной древесины	
	древесины	корки	луба			из окорен- ной древе- сины	из неокорен- ного баланса	неокоренной древесины	целлюлозы с от- сортированной корой
Сосна	<u>930,0</u>	<u>49,0</u>	<u>21,0</u>	464,4	48,0	354,0	365,8	103,3	107,5
	446,4	13,5	4,5						
Ель	<u>889,0</u>	<u>55,5</u>	<u>55,5</u>	466,9	49,5	343,0	363,5	106,0	112,5
	440,0	11,8	15,1						
Лиственница сибирская	<u>887,0</u>	<u>90,4</u>	<u>22,6</u>	401,6	42,0	417,0	436,0	104,6	112,7
	372,5	22,8	6,3						
Осина	<u>899,0</u>	<u>55,6</u>	<u>45,4</u>	523,4	55,0	264,0	277,0	104,9	111,1
	494,5	17,1	11,8						
Береза	<u>895,0</u>	<u>63,0</u>	<u>42,0</u>	494,8	52,0	279,0	293,0	105,0	111,7
	465,4	18,9	10,4						

Примечание. В числителе приведены данные для щепы из неокоренной древесины, в знаменателе – для целлюлозной массы.

Исходя из полученных данных, можно сделать заключение, что кору (отходы окорки) нецелесообразно утилизировать в традиционных варочных процессах для получения целлюлозных масс.

Как отмечалось выше, присутствие менее 5 % коры не сказывается заметно на механических свойствах получаемой целлюлозы и расходе химикатов. Однако балансовая древесина в зависимости от породы содержит большее количество коры, и влияние этого фактора на расход щелочи оценено недостаточно. В табл. 5 приведены обобщенные значения средней плотности древесины в абс. сухом состоянии [7], объемное содержание коры и ее базисная плотность [4], а также полученные нами значения соотношений луба и корки в коре исследованных пород. Эти данные, а также приведенные в табл. 1 значения выхода массы из луба и корки позволили рассчитать количество целлюлозы из 1 т абс. сухого неокоренного баланса этих пород и расход щелочи (в единицах Na_2O) в зависимости от вида исходного сырья. Если в расчетах принять выход целлюлозы из луба и корки и расход щелочи на варку по данным табл. 1 и аналогичные показатели для древесины – по табл. 6, то при варке 1 т абс. сухой щепы из неокоренного баланса перерасход основного реагента по сравнению с варкой окоренной древесины будет колебаться от 3,3 (сосна) до 6,0 % (ель). Кроме того, если учесть, что частицы коры после варки будут в основном отсортированы из целлюлозы, то перерасход гидроксида натрия составит от 7,5 (сосна) до 12,7 % (лиственница). Согласно полученным данным, по-видимому, варка неокоренной древесины сосны, возможна, так как она содержит минимальное количество коры, из луба которой получается целлюлоза с более высокими, чем у других пород, прочностными свойствами. Однако это осуществимо, если целлюлоза не подвергается отбелке, а регламент не содержит ограничений по сорности.

Неокоренную лиственницу вследствие повышенного содержания в ней коры и крайне низких физико-механических показателей целлюлозных масс варить нецелесообразно. Это же относится и к сульфатной варке неокоренной древесины березы и осины.

Хочется подчеркнуть, что кору в целом вообще нельзя рассматривать как дополнительный источник волокнистой массы. В качестве такового может служить лубяная часть только некоторых пород.

При решении такого сложного вопроса, как проведение щелочной варки неокоренной древесины, следует принять во внимание и другие факторы, которые не рассмотрены в данной работе (повышенное пенообразование, абразивный износ, «гипсация» оборудования, особенно выпарной аппаратуры, повышенный расход электроэнергии при сортировке целлюлозы и др.).

Вопрос о получении положительного эффекта от ликвидации основной части оборудования древесно-подготовительного отдела, расширения сырьевой базы и др. по сравнению с многочисленными негативными проявлениями, связанными с варкой неокоренной древесины, можно решить только при проведении самых тщательных технико-экономических расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гелес И.С. Теоретические основы некоторых направлений использования коры и отходов окорки // *Фундаментальные исследования в области комплексного использования древесины: Тез. докл. IV-го Междунар. симпозиума ученых стран-членов СЭВ.* - Рига, 1982. - С. 29 - 34. [2]. Гончаров Ю.А., Полещук Б.Б. Промысленный опыт использования 100 %-й древесины лиственницы на варку на Долинском заводе // *Бум. пром-сть.* - 1991. - № 11. - С. 10 - 11. [3]. Измайлова Н.Ф., Барминская Е.П., Богданова Г.П. Получение сульфитной вискозной целлюлозы из древесины с повышенным содержанием коры // *Экспресс-информация «Целлюлоза, бумага и картон».* - М., 1983. - Вып.3. - С. 10 - 13. [4]. Изменчивость базисной плотности и процентного содержания коры и отходов окорки древесного сырья целлюлозно-бумажной промышленности / Т.М. Мадеева, И.А. Нахабцев, А.Х. Ошкаев, В.Н. Крылов // *Химия и технология производства целлюлозы: Межвуз. сб. науч. тр.* - Л., 1987. - С. 106 - 115. [5]. Иншаков М.Д. К вопросу о сульфатной варке неокоренной сосновой древесины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Л., 1953. - 16 с. [6]. Направления развития способов производства волокнистых материалов // *Экспресс-информация ЦБП.* - 1977. - №9. - [4]. [7]. Непенин Н.Н. Технология целлюлозы. Т.1. Производство сульфитной целлюлозы. - М.: Гослесбумиздат, 1956. - 748 с. [8]. Новый целлюлозный завод в Финляндии // *Бум. пром-сть.* - 1976. - № 4. - С.32. [9]. Симкин Г.Э. Традиция или необходимость? // *Бум. пром-сть.* - 1966. - № 8. - С. 24 - 25. [10]. Harder M.Z., Einspahr D.W., Parham R.A. Bark filrous yield for 42 pulp wood species // *Tappi.* - 1978. - Vol. 61, N 11. - P. 121 - 122. [11]. Palenj us I. Über die Diskrepanz zwischen Zielsetzung und Möglichkeiten bei Aufschluß - und Bleichprozessen unter Berücksichtigung des Umweltschutzes // *Zellstoff und Papier.* - 1976. - N 10.- S. 315 - 318. [12]. Poller S., Knappe R. Zur Kenntnis der Kiefernaltholzkrone der Rohstoffe für die Sulfatzellstoffindustrie-Aufleritung, Materialeigenschaften, Aufschlußverfahren // *Zellstoff und Papier.* - 1990. - N 4. - S. 132 - 136.

Поступила 17 ноября 1995 г.