

**ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ**

УДК 631.572.004.8

Ф.Х. Хакимова, С.Г. Ермаков

Хакимова Фирдавес Харисовна родилась в 1938 г., окончила в 1965 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета, заслуженный работник высшей школы РФ. Имеет 150 научных трудов в области теории и технологии целлюлозы.



Ермаков Станислав Глебович родился в 1975 г., окончил в 1997 г. Пермский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета. Имеет около 30 печатных работ в области комплексного использования древесного сырья.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ
УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ОКОРКИ ДРЕВЕСИНЫ
(ЧАСТЬ 2)**

Разработана технология комплексной утилизации отходов сухой окорки древесины ели с получением из лубяной части дубильного экстракта, лубяного волокнистого полуфабриката (ЛВП) и кормовых дрожжей, а также технологического пара при сжигании корково-древесной части. Предложена технологическая схема комплексного использования отходов окорки древесины.

Ключевые слова: лубяной волокнистый полуфабрикат, бумагообразующие свойства, субмикроструктура, оберточная бумага, композиции, сточные воды, технологическая схема.

В предыдущей статье [1] изложены результаты исследований состава отходов сухой окорки, возможности механического разделения отходов окорки на лубяную и корково-древесную фракции, получения из лубяной фракции дубильного экстракта, ЛВП. Исследованы процессы, протекающие при гидротермической обработке лубяной части отходов окорки древесины. Данная статья посвящена продолжению исследований в области разработки технологии комплексной утилизации отходов окорки древесины.

Таблица 1

Физико-механические показатели сравниваемых полуфабрикатов

Показатели	Значения показателей полуфабрикатов			
	ДДМ	ТММ	ЛВП из луба	
			воздушно-сухого	влажного
Степень помола, °ШР	65	63	56	58
Обезвоживаемость, с	128	140	70	97
Средневзвешенная длина волокна, мм	0,85	1,67	2,45	1,73
Разрывная длина, м	2310	3900	4750	3550
Нулевая разрывная длина, м	2330	4680	4010	3050
Сопротивление:				
изгибу на 90°	34	820	200	105
продавливанию, кПа	70	125	150	100
раздиранию, мН	160	293	110	85
Водоудержание, %	153	256	226	230
Силы связи между волокнами, Н/мм ²	0,30	0,43	0,78	0,45

Физико-механические свойства ЛВП сравнивали с соответствующими показателями дефибрерной древесной массы (ДДМ) и термомеханической массы (ТММ), образцы которых отобраны в производственных потоках Камского ЦБК (табл. 1).

ЛВП отличается от ДДМ и ТММ высокой средней длиной волокна, лучшей обезвоживаемостью, более высокими показателями механической прочности и величинами межволоконных сил связи. Обращает на себя внимание весьма необычное свойство образцов ЛВП – более низкие значения нулевой разрывной длины (показателя, характеризующего прочность самих волокон) по сравнению с самой разрывной длиной. Очевидно, последняя у ЛВП в большей мере определяется межволоконными силами связи, а не прочностью волокон.

Исследования изменения в процессе размола бумагообразующих свойств ЛВП из воздушно-сухого и влажного луба проведены в сравнении с бисульфитной целлюлозой как традиционным полуфабрикатом (рис. 1).

На основании полученных результатов установлено следующее:

характер изменения бумагообразующих свойств ЛВП из воздушно-сухого и влажного луба в процессе размола аналогичен характеру изменения соответствующих свойств бисульфитной целлюлозы, исключение составляет сопротивление изгибу на 90° для ЛВП из воздушно-сухого луба;

абсолютные величины бумагообразующих свойств ЛВП значительно ниже, чем у бисульфитной целлюлозы;

в процессе размола изменение показателей механической прочности ЛВП происходит не так интенсивно, как у целлюлозы; его прочностные показатели при степени помола 40 ... 45 и 60 °ШР различаются незначительно, хотя первый образец обезвоживается значительно легче

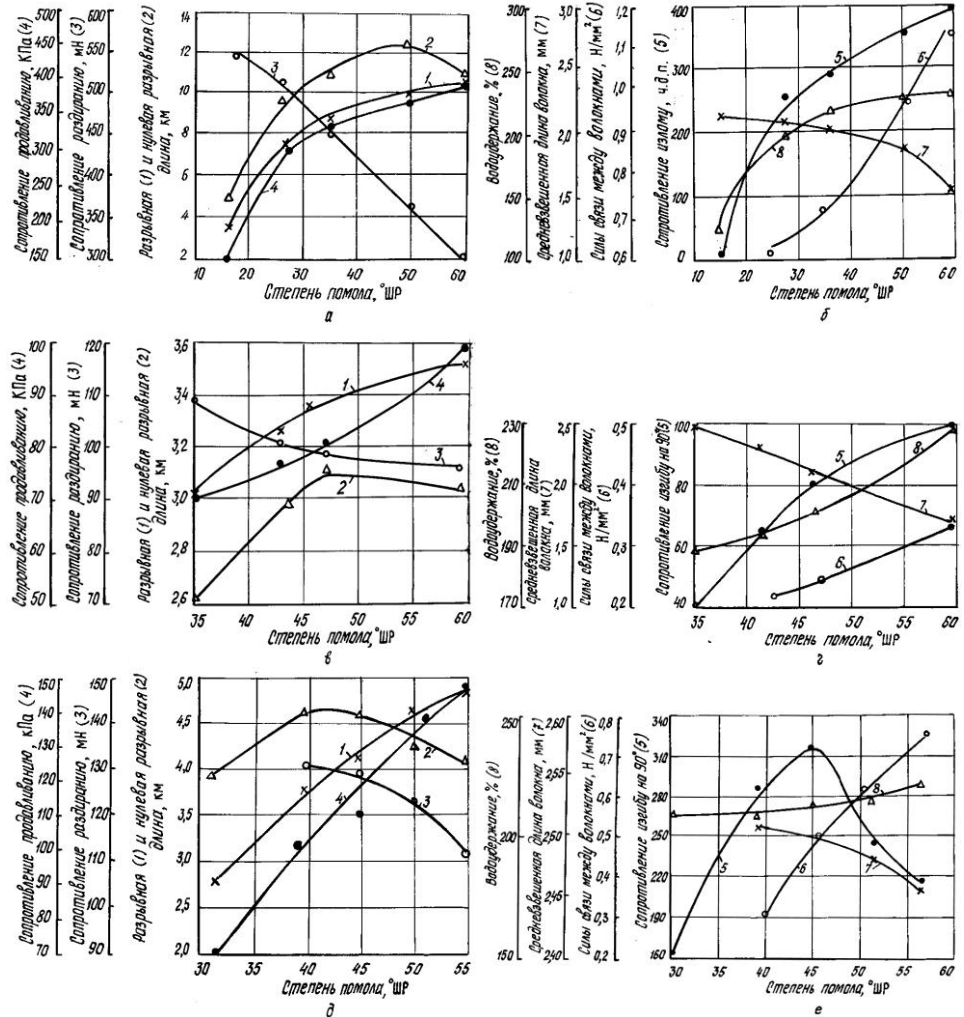


Рис. 1. Изменения бумагообразующих свойств в процессе размола бисульфитной целлюлозы (а, б), ЛВП из влажного (в, г) и воздушно-сухого (д, е) луба

второго, что свидетельствует о целесообразности использования ЛВП в композиции бумаги уже при степени помола 40 ... 45 °ШР.

На свойства полуфабрикатов и бумаги, наряду с химическим составом и строением волокон целлюлозы, оказывают влияние параметры их капиллярно-пористой системы. При проведении химической обработки субмикроскопические капилляры служат путями подвода реагента и вывода продуктов реакции, и от их количества зависят количество и локализация в стенках волокон основного пластификатора волокна – воды и других низкомолекулярных веществ.

Данные рис. 2, показывают, что объем субмикроскопических капилляров (ОСК) луба в три раза выше, чем у древесины. Связано это с тем, что подавляющую часть луба составляют ситовидные клетки.

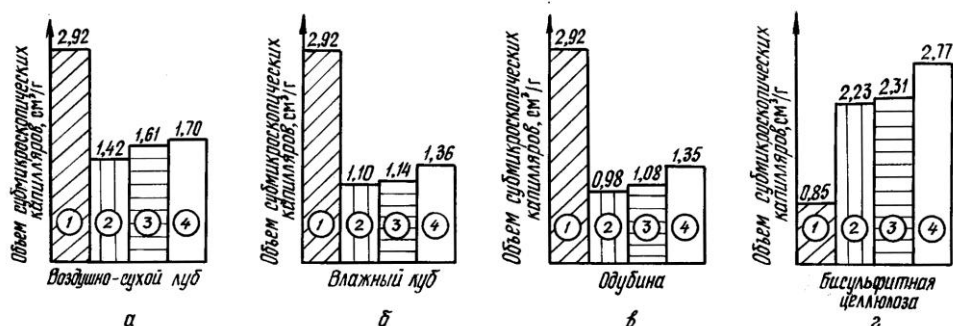


Рис. 2. Сравнение ОСК исходного луба и полученных образцов ЛВП: 1 – луб ели; 2 – исходный полуфабрикат; 3, 4 – ЛВП (степень помола 44(3, а), 43(3, б), 40(3, в), 30(3, г) и 60° ШР(4, а – г)

В процессе получения целлюлозы ОСК возрастает. Такое изменение ОСК, во-первых, связано с образованием микрополостей при удалении компонентов древесной ткани (лигнина, гемицеллюлоз и др.), во-вторых – с набуханием клеточных оболочек в варочном растворе. При получении ЛВП показатель ОСК, наоборот, уменьшается. Вероятно, это связано с тем, что в процессе гидротермической обработки луба лигнин не растворяется, а остается в ЛВП. В гидролизат переходят водорастворимые компоненты и легкогидролизуемые полисахариды. При этом микрополости превращаются в полости, и величина ОСК снижается.

В процессе размола ОСК всех образцов ЛВП и целлюлозы возрастает, что, вероятно, связано с набуханием волокон при размоле.

Сравнение величины ОСК исследуемых полуфабрикатов с механической прочностью отливок бумаги показывает, что полуфабрикат с более высокими значениями ОСК обладает лучшими прочностными свойствами.

Для изучения свойств бумаги, полученной при введении в композицию ЛВП, был использован образец ЛВП из влажного луба при разной степени помола от варки по разработанному оптимальному режиму. Образец применяли для приготовления отливок бумаги в композиции с различными полуфабрикатами производственных потоков Камского и Пермского ЦБК. Выбор полуфабрикатов основан на том, что их будут использовать в композиции оберточной бумаги. Характеристики полуфабрикатов приведены в табл. 2. Характеристики отливок бумаги, полученной с использованием этих полуфабрикатов, представлены в табл. 3.

Анализ образцов бумаги показал следующее: из ЛВП в композициях с макулатурной массой, сучковой целлюлозой, размолотыми (в соотношении 50:50) и неразмолотыми (70:30) отходами сортирования ДДМ получают бумагу, по прочности удовлетворяющую нормам для оберточной бумаги марки «В»; для получения бумажной массы, обладающей хорошей способностью к обезвоживанию, степень помола ЛВП должна составлять 40 ... 45 °ШР.

Таблица 2

**Характеристика полуфабрикатов,
использованных для получения отливок бумаги**

Показатели	ДДМ	Макулатур- ная масса	Образцы ЛВП		Сучковая целлюлоза	Отходы сортирова- ния ДДМ	
			1	2		1	2
Степень помола, °ШР	65	21	42	58	14	30	61
Обезвоживаемость, с	128	20	56	97	15	25	160
Разрывная длина, м	2510	3870	3260	3550	3420	1200	2620
Соппротивление:							
излому, ч.д.п.	–	18	–	–	16	–	–
изгибу на 90 °	34	–	62	105	–	9	28
продавливанию, кПа	70	145	75	100	100	–	61
раздиранию, мН	160	480	100	95	670	190	160
Средневзвешенная длина волокна, мм	0,85	1,50	2,46	1,73	2,10	1,07	0,8

Таблица 3

**Показатели физико-механических свойств отливок бумаги
различных композиций**

Состав композиции						Характеристика бумаги				
ЛВП		Макула- турная масса	Сучковая целлюлоза	Отходы сортиро- вания ДДМ		Степень помола, °ШР	Обезво- живаемость, с	Разрывная длина, м	Соппротивление	
42 °ШР	58 °ШР			30 °ШР	61 °ШР				раздира- нию, мН	изгибу на 90 ° (излому, ч.д.п.)
–	50			50	–					
50	–	50	–	–	–	31	42	3340	380	(5)
–	50	–	50	–	–	32	38	3500	530	(8)
50	–	–	50	–	–	32	41	3400	370	(3)
–	50	–	–	50	–	51	82	2610	160	61
50	–	–	–	50	–	44	68	2560	160	43
70	–	–	–	30	–	45	65	3050	150	44
50	–	–	–	–	50	54	100	3100	140	41
–	50	–	–	–	50	60	135	3270	130	62

В процессе получения ЛВП в гидролизат переходит почти половина массы луба – дубильные, красящие, пектиновые вещества, легкогидролизуемые полисахариды и др. Нами в лабораторных условиях смоделирована и исследована промывка ЛВП по схеме отжим – разбавление – отжим. Степень отбора гидролизата при промывке по такой схеме составила около 80 %.

Таким образом, при промывке по указанной схеме получают гидролизат, который предполагается направлять на биохимическую переработку в кормовые дрожжи [2], и сточные воды, с которыми уходит около 20 % растворенных в процессе гидролиза веществ.

Таблица 4

**Характеристика сточных вод от промывки ЛВП
и бисульфитной целлюлозы**

Показатели	Значения показателей сточных вод		
	от промывки ЛВП		варочно-промывного цеха КЦБК
	из луба	из одубины	
рН	4,8	4,9	—
Цветность, °ХКШ	5450	480	—
Мутность, кг/т	0,8	1,4	—
Окисляемость, кг O ₂ /т	17,6	15,0	—
ХПК, кг O ₂ /т	51,3	53,1	499,0
БПК ₅ , кг O ₂ /т	20,7	18,2	102,5
Взвешенные вещества, кг/т	0,008	0,008	0,010
Сухие вещества, кг/т	41,8	41,8	—

Поэтому представляет интерес характеристика сточных вод от промывки ЛВП (в табл. 4). Для сравнения в таблице приведена характеристика сточных вод варочно-промывного цеха Камского ЦБК.

Из данных табл. 4 следует, что основные показатели, характеризующие сточные воды промывки ЛВП, весьма низкие по сравнению с показателями сточных вод варочно-промывного цеха КЦБК: ХПК меньше

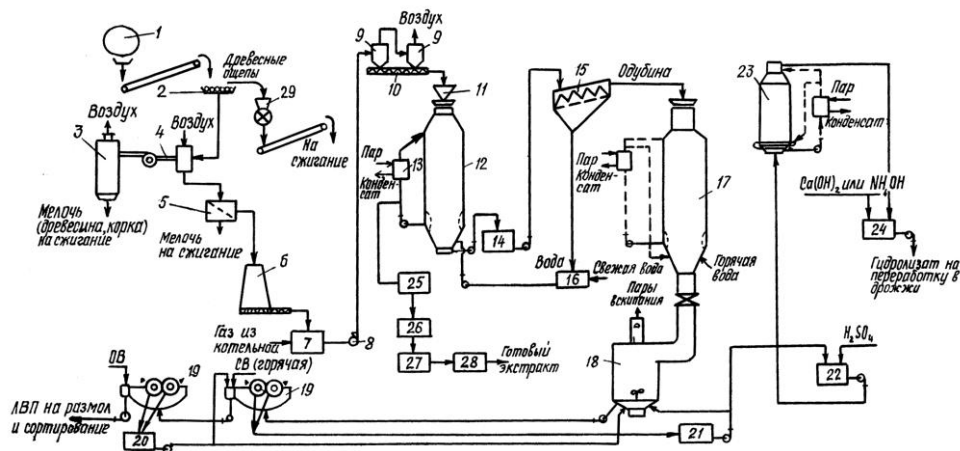


Рис. 3. Технологическая схема комплексного использования отходов окорки древесины: 1 – окорочный барабан; 2 – сортировка; 3 – циклон; 4 – разделитель отходов окорки; 5 – вибросортировка; 6 – бункер с подвижным дном; 7 – сушильная установка; 8 – вентилятор; 9 – циклоны; 10 – транспортер; 11 – бункер сухой коры; 12 – экстрактор; 13 – теплообменник; 14 – сборник одубины; 15 – дренирующий конвейер; 16 – сборник оборотной воды; 17 – варочный котел; 18 – выдувной резервуар; 19 – двухбарабанный пресс-сгуститель; 20, 21 – сборники слабого и крепкого гидролизатов; 22 – бак-смеситель; 23 – гидролизер дополнительной инверсии; 24, 25 – сборники гидролизата и слабого экстракта; 26 – двухкорпусная выпарная установка; 27 – сушильная установка для сушки экстракта; 28 – установка для упаковки; 29 – корорубка

в 7,5 – 8 раз, а БПК – в 4–5 раз. Таким образом, затраты на биологическую очистку сточных вод производства ЛВП будут значительно ниже затрат варочно-промывного отдела.

Рекомендуемая технологическая схема комплексной переработки отходов окорки, приведенная на рис. 3, состоит из следующих основных узлов:

разделение и сортирование отходов окорки с выделением лубяной и корково-древесной фракций;

экстракция лубяной части с получением дубильного экстракта и одубины;

варка ЛВП;

промывка ЛВП;

подготовка гидролизата на переработку в дрожжи.

Выполненный укрупненный экономический расчет предлагаемого варианта комплексной утилизации отходов окорки древесины показал, что ожидаемый экономический эффект от организации производства и реализации продуктов для предприятия, на котором образуется свыше 90 тыс. т отходов окорки в год, составит 28,1 млн руб.

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана технология комплексной переработки отходов сухой окорки древесины ели с получением из лубяной части дубильного экстракта, лубяного волокнистого полуфабриката и кормовых дрожжей, а также технологического пара при сжигании корково-древесной части.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ермаков С.Г., Хакимова Ф.Х.* Разработка технологии комплексной утилизации отходов окорки древесины (часть 1) // Лесн. журн. – 2002. – № 5. – С. 108 – 115. – (Изв. высш. учебн. заведений).

2. *Хакимова Ф.Х., Ермаков С.Г.* Исследование процессов, протекающих при гидротермической обработке луба // Вестник ПГТУ «Аэрокосмическая техника». – Пермь, 2001. – № 9. – С. 126–134.

Пермский государственный
технический университет

Поступила 01.04.02

F. Kh. Khakimova, S. G. Ermakov

Technology Development of Complex Utilization of Debarking Wastes (part 2)

Technology of complex utilization of spruce dry debarking wastes has been developed resulting in producing bark extract, fiber bast semi-finished product and nutrient yeast from the inner bark and burning the outer bark for process steam. Technological scheme of complex use of debarking wastes is proposed.