

массой из более дешевого сырья – льняной костры, как следует из представленных диаграмм.

Даже композиции из смеси равных долей рафинерной массы из пшеничной соломы и льняной костры способны обеспечить требуемые прочностные и впитывающие свойства однослойной туалетной бумаги, что открывает дополнительные резервы снижения затрат предприятия на сырьё.

Список литературы

1. Живетин В. В., Гинзбург Л. Н., Ольшанская О. М.. Лён и его комплексное использование. М.: Информ-Знание, 2002. 400 с.
2. Нугманов О., Лебедев Н., Яруллин Р. Травяная целлюлоза в российских регионах // The Chemical Journal. 2012. №. 9. С. 30-32.
3. Марков В. В. Первичная обработка льна и других лубяных культур. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 375 с.
4. Прусова С.М., Прусов А.Н., Рыжов А.И. Льняное сырьё для получения целлюлозы // Боеприпасы и высокоэнергетические системы. 2010. № 1. С. 63-69.
5. Лён в пороховой промышленности / Под ред. С.И. Григорова. М, 2012. 248 с.
6. Каретникова Н.В., Чендылова Л.В., Пен Р.З. Свойства волокнистых полуфабрикатов из костры льна // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. Архангельск: С(А)ФУ им. М.В. Ломоносова. 2017. С. 268-272.
7. Каретникова Н.В., Чендылова Л.В., Пен Р.З., Муравицкая А.А. Техническая целлюлоза из костры льна // Решетниковские чтения: материалы XXI Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти акад. М.Ф. Решетнева. В 2 частях. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2017. Ч. 2. С. 143-144.
8. Большая Российская энциклопедия. М., 2010. Т. 15. С. 472.
9. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics Centurion.-Красноярск, 2014.-293с.

УДК 661.728

ОБЕССМОЛИВАНИЕ ЛИСТВЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СТАДИИ ВАРКИ

Хакимова Фирдавес Харисовна,
д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», г. Пермь, E-mail: tcbp@pstu.ru

Хакимов Роман Рашидович,
канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», г. Пермь, E-mail: tcbp@pstu.ru

Шевелева Софья Андреевна,
магистрант, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», г. Пермь, E-mail: tcbp@pstu.ru

Серебряков Олег Сергеевич,
магистрант, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», г. Пермь, E-mail: tcbp@pstu.ru

Ключевые слова: береза, осина, лиственная целлюлоза, сульфатная варка, ПАВ Неонол, делигнификация, выход целлюлозы, лигнин, обшая смола, «вредная» смола, обессмоливание.

Аннотация. Использование отечественного ПАВ Неонол при сульфатной варке березовой и осиновой древесины и их смесей приводит к ускорению процесса делигнификации и существенному обессмоливанию целлюлозы по общей и, что особенно важно, по «вредной» смоле. Эффект обессмоливания наибольший при получении осиновой целлюлозы, наименьший – в случае получения целлюлозы из смесей древесины березы и осины.

DEPITCHING OF HARDWOOD SULPHATE PULP IN THE COOKING PROCESS

Khakimova Firdavez Harisovna,
holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, professor,
Perm National Research Polytechnic University, Perm, E-mail: tcbp@pstu.ru

Khakimov Roman Rashidovich,
Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor,
Perm National Research Polytechnic University, Perm, E-mail: tcbp@pstu.ru

Sheveleva Sofia Andreevna,
master student, Perm National Research Polytechnic University, Perm, E-mail: tcbp@pstu.ru

Serebryakov Oleg Sergeevich,
master student, Perm National Research Polytechnic University, Perm, E-mail: tcbp@pstu.ru

Key words: birch, aspen, hardwood pulp, sulphate cooking, surface active substance (SAS) “Neonol”, delignification, pulp output, lignin, total resin, harmful resin, depitching.

Abstract. The use of domestic surface active substance (SAS) “Neonol” in the sulphate cooking of birch and aspen wood and their mixtures leads to the acceleration of delignification and substantial pulp depitching for total, which is especially important for harmful resin. The largest depitching effect there is in process of obtaining aspen pulp, but the lowest in obtaining from mixture of birch and aspen wood.

В целлюлозно-бумажном производстве производственники и исследователи во всех странах продолжают уделять большое внимание поиску наиболее эффективных способов уменьшения или устранения смолистости древесной целлюлозы и, соответственно, смоляных затруднений.

Смоляные затруднения больше всего вызывают сульфитная и бисульфитная целлюлоза, в особенности лиственная, а также сульфатная лиственная целлюлоза [1].

Сложность борьбы со смоляными затруднениями заключается в том, что возникают они на различных стадиях переработки целлюлозной и бумажной массы, вплоть до бумагоделательных машин и пресспатов [2].

Из многочисленных способов предотвращения или устранения смоляных затруднений наиболее радикальным решением проблемы является удаление большей части смолы из древесины и целлюлозы. Известно, что с целью обессмоливания целлюлозы на ряде предприятий на различных стадиях технологического процесса используются обессмоливающие агенты, главным образом импортные, или композиции на основе смесей поверхностно-активных веществ (ПАВ), что предопределяет довольно высокую стоимость таких способов обессмоливания [3].

В целлюлозно-бумажном производстве различают два понятия: общую смолистость и «вредную» смолистость целлюлозы. Наиболее характерным признаком «вредной» смолы является её липкость и способность к агрегированию в крупные частицы, отлагающиеся на оборудовании и на сетках бумагоделательных машин, вызывая производственные смоляные затруднения [2].

Однако при переработке лиственной древесины (березы и осины) в сульфатцеллюлозном производстве также возникает проблема смоляных затруднений. Состав экстрактивных веществ лиственных пород отличается от состава смолы в хвойной древесине. При сульфат-

ной варке хвойной древесины смолы и жиры подвергаются практически полному омылению щелочным варочным раствором и переходят в раствор в виде натриевых солей смоляных и жирных кислот – сырого сульфатного мыла.

В лиственной древесине практически отсутствуют смоляные кислоты и велика доля неомыляемых нейтральных веществ. Большая часть липидов и неомыляемых веществ лиственной древесины заключена в мелких клетках лучевой паренхимы. Эти вещества плохо растворяются в сульфатном варочном щелоке, затрудняя проникновение варочного раствора в щепу, процесс ее делигнификации и обессмоливания. Это вызывает смоляные затруднения в технологическом потоке [3,4].

Одним из вариантов снижения смолистости лиственной сульфатной целлюлозы является применение при варке добавки ПАВ [5].

Задача данной работы – исследование возможности снижения содержания смолы в лиственной сульфатной целлюлозе путем добавки отечественного ПАВ Неонол при варке целлюлозы. ПАВ Неонол представляет собой оксиэтилированные моноалкилфенолы на основе тримеров пропилена (техническую смесь полиэтиленгликолевых эфиров моноалкилфенола).

Лиственную целлюлозу получали из древесины березы и осины. Для варки использовали варочный раствор с сульфидностью 30 %, расход активной щелочи составил 17% Na₂O от абсолютно сухой древесины.

График варки целлюлозы: подъем температуры до 165-170°C – 2 часа, варка – 1 час. Таким образом, все варки проведены при одинаковых условиях. Расход ПАВ Неонол был принят на основании предварительных исследований 0,1÷0,4 % от массы абс. сух. древесины.

Результаты анализа полученных образцов березовой целлюлозы при различных расходах ПАВ приведены в табл. 1 и на рис. 1 и 2.

Таблица 1

Влияние расхода ПАВ Неонол при варке на свойства березовой сульфатной целлюлозы

Показатели целлюлозы	Значения показателей				
	1	2	3	4	5
Расход ПАВ, % к абс. сух. щепе	–	0,1	0,2	0,3	0,4
Выход, % от исходной древесины:					
целлюлозы	50,4	49,2	48,8	49,1	49,0
непровара	1,6	1,7	1,2	0,6	0,5
общий	52,0	50,9	50,0	49,7	49,5
Степень делигнификации (число Каппа)	23,6	23,0	21,9	20,7	20,0
Массовая доля в целлюлозе, %:					
лигнина	4,0	3,6	3,2	3,0	2,9
смол и жиров	0,75	0,53	0,43	0,40	0,40
Обессмоливание целлюлозы, %	–	30,0	43,3	46,7	46,7
Массовая доля «вредной» смолы, мг/100 г целлюлозы	22,47	16,25	12,95	10,43	8,89
Снижение «вредной» смолистости, %	–	27,7	42,4	53,6	60,4

При варке без использования ПАВ получен образец целлюлозы с невысоким содержанием общей смолы, но довольно значительным содержанием «вредной» смолы. Использование ПАВ при варке, как было получено нами ранее, способствует ускорению пропитки щепы. В результате ускоряется делигнификация (снижается число Каппа) и, соответственно, снижается массовая доля остаточного лигнина в целлюлозе (от 4,0 до 2,9 %), а также количество непровара (от 1,6 до 0,5 %). Выход целлюлозы изменяется соответственно изменению степени делигнификации.

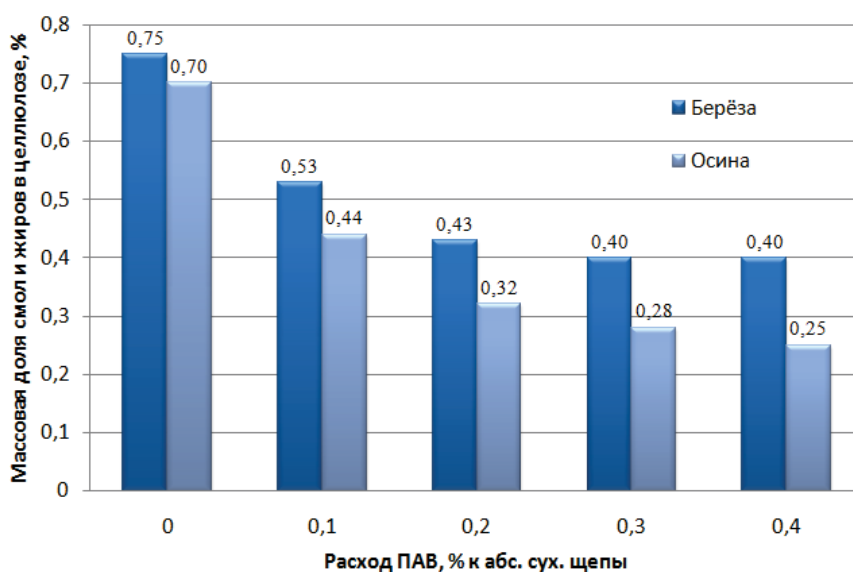


Рис.1. Влияние ПАВ Неонол на обессмоливание березовой и осиновой целлюлозы по общей смоле

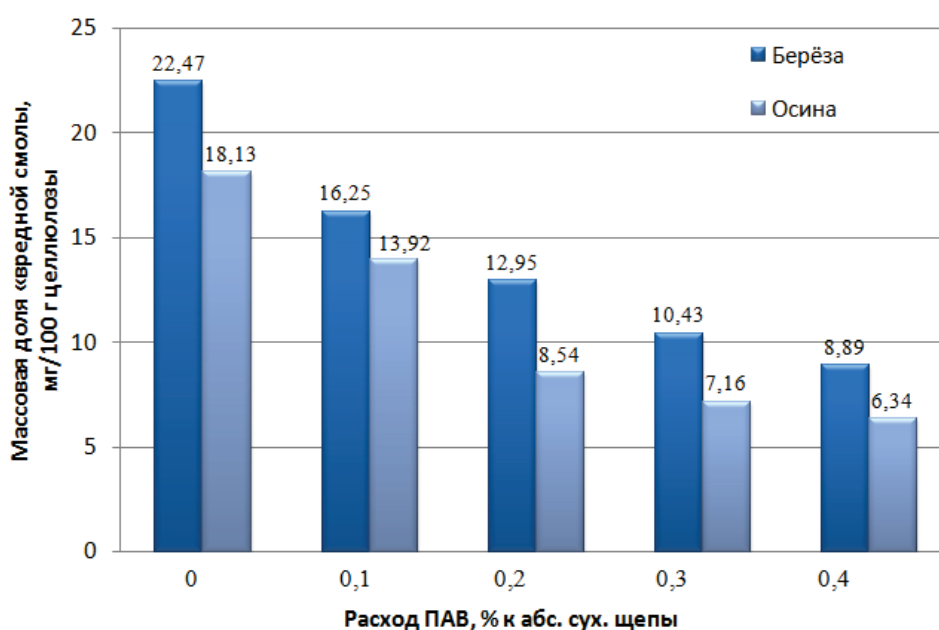


Рис. 2. Влияние ПАВ Неонол на обессмоливание березовой и осиновой целлюлозы по «вредной» смоле

Результатом использования ПАВ при варке явилось существенное обессмоливание полученных образцов целлюлозы. В зависимости от расхода Неонол при варке общая смолистость снизилась на 30...47 %, а «вредная» смолистость – на 30...60 %.

Поскольку сульфатная целлюлоза получается с невысоким содержанием общей смолы и значительным содержанием «вредной» смолы, особое значение приобретает именно такое существенное обессмоливание по «вредной» смоле.

При расходе Неонола 0,2 % от абс. сух. древесины обессмоливание по общей и «вредной» смоле составляет 43 %, а при расходе 0,3 % обессмоливание по «вредной» смоле достигает 54 %, то есть весьма значительное, практически исключающее проблему смоляных затруднений. В табл. 2 и на рис. 1 и 2 приведены результаты варок древесины осины с использованием ПАВ.

Влияние добавок ПАВ при варке на делигнификацию аналогично результатам, полученным при варке древесины березы, а обессмоливающий эффект по общей и «вредной» смоле в этом случае несколько выше, чем в случае получения березовой целлюлозы, и достигает 65 % по «вредной» смоле. При варке осиновой древесины с расходом ПАВ 0,2 % от абс. сух. щепы достигаются такие же результаты обессмоливания, как при варке березовой древесины с расходом ПАВ 0,3 % от абс. сух. древесины.

Таким образом, использование ПАВ при сульфатной варке березовой и осиновой древесины приводит к некоторому ускорению процесса делигнификации и существенному обессмоливанию целлюлозы по общей и, что особенно важно, по «вредной» смоле.

Для получения эффекта обессмоливания по «вредной» смоле 60 % достаточен расход ПАВ Неонол 0,3 % от абс. сух. древесины для осиновой целлюлозы и 0,4 % – для березовой целлюлозы.

Таблица 2

Влияние расхода ПАВ Неонол при варке на свойства осиновой сульфатной целлюлозы

Показатели целлюлозы	Значения показателей				
	1	2	3	4	5
Расход ПАВ, % к абс. сух. щепе	–	0,1	0,2	0,3	0,4
Выход, % от исходной древесины:					
целлюлозы	50,4	50,9	50,5	49,9	49,9
непровара	2,4	1,3	1,4	1,2	1,1
общий	52,8	52,2	51,9	51,1	51,0
Степень делигнификации (число Каппа)	23,5	22,6	21,7	19,3	19,0
Массовая доля в целлюлозе, %:					
лигнина	4,0	3,6	3,5	3,2	3,2
смол и жиров	0,70	0,44	0,32	0,28	0,25
Обессмоливание целлюлозы, %	–	36,4	53,6	60,7	64,0
Массовая доля «вредной» смолы, мг/100 г целлюлозы	18,13	13,92	8,54	7,16	6,34
Снижение «вредной» смолистости, %	–	23,2	52,9	60,5	65,2

Часто на предприятиях сульфатную целлюлозу получают варкой смеси различных пород древесины. Поэтому представляет интерес возможность и эффективность обессмоливания целлюлозы в случае варки смеси древесины различных пород. Мы использовали для варки сульфатной целлюлозы смесь древесины березы и осины в соотношении 60:40.

Условия варки, расход активной щелочи и состав варочного щелока были такие же, как и при отдельной варке указанных лиственных пород древесины.

Результаты варки представлены в табл. 3 и на рис. 3. Расход ПАВ при варке изменялся в пределах от 0,05 до 0,5 % к абс. сух. щепе.

Влияние расхода ПАВ Неонол при варке на свойства сульфатной целлюлозы из смеси лиственных пород древесины (березы и осины)

Показатели целлюлозы	Значения показателей						
	1	2	3	4	5	6	7
Расход ПАВ, % к абс. сух. щепе	–	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Выход, % от исходной древесины:							
целлюлозы	49,9	49,9	50,2	51,4	51,8	51,1	51,1
непровара	1,9	1,2	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3
общий	51,8	51,1	51,0	51,8	52,0	51,6	51,4
Степень делигнификации (число Каппа)	20,4	19,8	18,7	18,6	18,3	18,0	18,0
Массовая доля в целлюлозе, %:							
лигнина	3,1	3,0	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6
смола и жиров	0,81	0,74	0,67	0,60	0,56	0,56	0,52
Обессмоливание целлюлозы, %	–	8,7	17,4	26,0	30,4	30,4	34,8
Массовая доля «вредной» смолы, мг/100 г целлюлозы	20,25	19,64	16,26	11,60	10,31	9,19	7,58
Снижение «вредной» смолистости, %	–	3,0	19,7	42,7	49,1	54,6	62,6

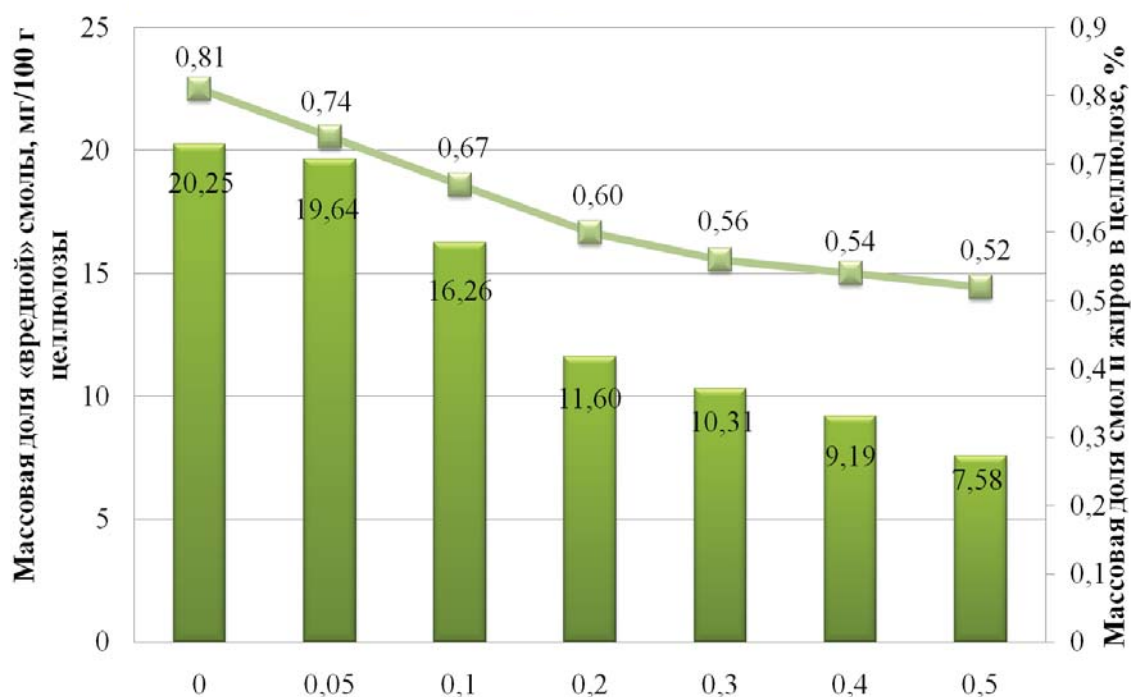


Рис. 3. Влияние ПАВ Неонол при варке на обессмоливание сульфатной целлюлозы из смеси лиственных пород древесины (березы и осины)

Как следует из полученных результатов, ускорение делигнификации при использовании ПАВ выражено в такой же степени, как и в случае отдельной варки использованных пород

древесины: по мере увеличения расхода ПАВ снижаются количество непровара в целлюлозе, степень делигнификации целлюлозы (число Каппа) и массовая доля в целлюлозе лигнина. Обессмоливающий эффект ПАВ в этом случае несколько ниже: эффект обессмоливания по общей смоле 30 % получается при расходе ПАВ 0,1 % в случае раздельной варки березы и осины, и 0,3 % от абс. сух. древесины смеси этих пород древесины; эффект обессмоливания 60 % по «вредной» смоле достигается, соответственно, при расходе ПАВ 0,4 % для березы, 0,3 % для осины, и 0,5 % от абс. сух. древесины для их смеси. Имеет место некоторое торможение процесса обессмоливания в случае варки смеси, что похоже на синэргический эффект компонентов смолы разных пород древесины на процесс обессмоливания.

Эффективность воздействия ПАВ на обессмоливание целлюлозы, вероятно, следует оценивать по увеличению количества диспергированной смолы и снижению в целлюлозной массе внутриволоконной и, особенно, коагулированной смолы (табл. 4).

Данные микроскопического анализа смолы в образцах целлюлозы показывают, что у всех образцов целлюлозы добавка использованного обессмоливающего агента Неонол увеличила количество диспергированной смолы при значительном снижении количества коагулированной смолы. Причем, расход ПАВ был принят минимальный, при котором начинается обессмоливание целлюлозы с ПАВ Неонол.

Наибольшее уменьшение количества коагулированной смолы и увеличение количества диспергированной (свободной) смолы наблюдается в случае варки с ПАВ осинового древесины, минимальные соответствующие показатели получены в случае варки смеси древесины осины и березы.

Таблица 4

Результаты микроскопического исследования содержания смолы в лиственной сульфатной целлюлозе при использовании в процессе варки ПАВ Неонол

Порода древесины	Добавка ПАВ	Обессмоливание по общей смоле, %	Смола в целлюлозе, шт/600 волокон		Уменьшение количества коагулированной смолы, %	Увеличение количества диспергированной смолы, %
			коагулированная (старая)	диспергированная (свободная)		
Оси-на	-	-	36	7	-	-
	+	36,4	24	18	44,4	61,1
Бере-за	-	-	32	16	-	-
	+	30,0	20	28	37,5	42,8
Смесь осин и березы	-	-	14	16	-	-
	+	19,5	9	32	35,7	33,2

Примечание: добавка ПАВ Неонол при варке составила 0,1 % от абс. сух. древесины

Таким образом, использование ПАВ при сульфатной варке березовой и осинового древесины приводит к некоторому ускорению процесса делигнификации и существенному обессмоливанию целлюлозы по общей и, что особенно важно, по «вредной» смоле. Для получения эффекта обессмоливания по «вредной» смоле около 60 % достаточен расход ПАВ Неонол 0,2 % от абс. сух. древесины для осинового целлюлозы и 0,3 % – для березовой целлюлозы.

При варке смеси лиственных пород древесины (березы и осины) эффект обессмоливания ниже, чем при раздельной варке этих же пород, но по «вредной» смоле также значительный – при расходе ПАВ 0,3 % от абс. сух. древесины достигает 50 %.

Список литературы

1. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 2. Производство полуфабрикатов. – СПб.: Политехника, 2003. – 633 с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги: учебное пособие / С.Н. Иванов. – 3-е изд. – М.: Шк. бумаги, 2006.- 695 с.
3. Непенин Н.Н. Технология целлюлозы. В 3. Т.Ш. Н.Н.Непенин, Ю.Н.Непенин. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы: Учебное пособие для вузов – 2-е изд., перераб. – М.: Экология, 1994. – 592 с.
4. Лузина Л.И. О растворении смолистых веществ при целлюлозной варке древесины березы / Лузина Л.И., Иванова И.С., Гунин Ю.А. // Проблемы производства волокнистых полуфабрикатов.– М., 1981.– С. 25-28.
5. Лысогорская Н.П. К вопросу о "вредной смоле" / Н.П. Лысогорская, Е.Ю. Демьянцева, И.Ю. Халопенен // Целлюлоза. Бумага. Картон, 2001.– № 3-4.– С. 14-15.

УДК 678

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ГИДРОЛИЗНЫМ ЛИГНИНОМ

Шкуро Алексей Евгеньевич,
канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», г. Екатеринбург, E-mail: zj@weburg.me

Кривоногов Павел Сергеевич,
аспирант, ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», г. Екатеринбург, E-mail: kps82@gmail.com

Ключевые слова: гидролизный лигнин, древесно-полимерный композит, экструзия, ДПКм.

Аннотация. Были получены образцы древесно-полимерных полимерных композитов с полиэтиленовой полимерной матрицей и гидролизным лигнином. Определены физико-механические свойства полученных композитов. Установлены закономерности влияния состава композитов на их свойства.

WOOD-POLYMER COMPOSITES WITH THE HYDROLYSIS LIGNIN

Shkuro Aleksey Evgenievich,
Ph.D. of Engineering Sciences, Ural State Forest Engineering University,
Yekaterinburg, E-mail: zj@weburg.me

Krivanogov Pavel Sergeevich,
graduate student, Ural State Forest Engineering University,
Yekaterinburg, E-mail: kps82@gmail.com

Key words: hydrolytic lignin, wood-polymer composite, extrusion, WPC.

Abstract. Samples of wood-polymer polymer composites with a polyethylene polymer matrix and hydrolytic lignin were obtained. The physico-mechanical properties of the composites obtained were determined. The regularities of the effect of composites composition on their properties were established.

Ежегодно в мире получают около 70 млн. тонн технических лигнинов. В настоящее время это сырье организационно, экономически и технически не слишком и не всегда дос-