

виях, но с применением предварительной обработки щепы раствором сульфита натрия, обеспечивает снижение числа Каппа до 18,9, т. е. на 1,5 единицы (опыт 7). При продолжительности стоянки на максимальной температуре 2,0; 2,5 и 3,0 ч обработка щепы раствором сульфита натрия перед продленной сульфатной варкой обеспечивает снижение числа Каппа получаемой целлюлозы соответственно на 2,2; 1,3 и 0,5 единицы. Следовательно, ускоряющее действие обработки щепы сульфитом натрия на процесс щелочной делигнификации сохраняется и в условиях продленной варки.

Рассмотрим свойства получаемой целлюлозы. Обработка щепы раствором сульфита натрия обеспечивает получение более светлой сульфатной целлюлозы, а продленная варка повышает белизну целлюлозы в среднем на 4,5 % (абс.). Сравнивая средние прочностные показатели целлюлозы, полученной в условиях продленной сульфатной варки, можно сделать вывод, что обработка щепы сульфитом натрия обеспечивает снижение числа Каппа в среднем на 1,4 единицы, повышение сопротивления излому и раздиранию соответственно на 15 и 6 %. Разрывная длина обоих видов целлюлозы примерно равная. Лучшие прочностные свойства целлюлозы, полученной с применением обработки щепы сульфитом натрия, особенно заметны при наиболее глубокой степени провара (опыты 6 и 10). Это создает потенциальные условия для еще более углубленной делигнификации древесины путем изменения параметров собственно сульфатной варки.

Таким образом, предварительная обработка щепы из древесины березы раствором сульфита натрия является эффективной с точки зрения увеличения степени провара, белизны и показателей механической прочности целлюлозы и в условиях продленной сульфатной варки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1606559 СССР, МКИ Д 21 С 1/06, 3/02. Способ получения целлюлозы / А. И. Бобров, З. Ф. Козловская, Л. Н. Малышева и др. (СССР).— 4608225/23-12; Заявлено 23.11.88; Опубл. 15.11.90, № 42 // Открытия. Изобретения.— 1990.— № 42.— С. 119. [2]. Бобров А. И., Козловская З. Ф., Самсонов Н. Е. Сульфатная варка целлюлозы из лиственной древесины с применением добавки сульфита натрия // Целлюлоза. Бумага. Картон.— 1992.— № 2.— С. 9—11. [3]. A new technique for pulping to low Kappa numbers in batch pulping: results of mill trials / K. Sjöblom, G. Mjöberg, N. Hartler, L. Sjödin // Tappi Journal.— 1983.— Vol. 66, N 9.— P. 97—102. [4]. Backlund E. A. Extended delignification of softwood kraft pulp in a continuous digester // Tappi Journal.— 1984.— Vol. 67, N 11.— P. 62—65.

Поступила 22 ноября 1994 г.

УДК 676.16.022

#### Г. Ф. ПРОКШИН

Прокшин Геннадий Федорович родился в 1931 г., окончил в 1955 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 160 научных трудов в области, теоретических основ совершенствования производства целлюлозы с минимальной сорностью из щепы и опилок различного породного и фракционного состава.



## СУЛЬФАТНАЯ ВАРКА С ДОБАВКАМИ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ, ТАЛЛОВОГО ПЕКА И УПАРЕННЫХ ЩЕЛОКОВ\*

Установлено, что добавка элементарной серы совместно с модифицированным талловым пеком и упаренным щелоком при сульфатной варке лиственной и хвойной целлюлозы приводит к увеличению числа Каппа на 1...3 ед. и выхода сортированной целлюлозы на 1...3 %. Углубление делигнификации на 1...3 ед. Каппа способствует потере эффекта выхода без снижения механической прочности целлюлозных отливок.

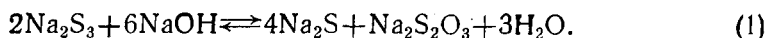
It has been stated that hardwood and softwood pulping with elementary sulphur added combined with modified tall oil pitch and evaporated liquor results in increase of Kappa number by 1...3 and sorted pulp yield by 1...3%. Increase of delignification degree by 1...3 Kappa units contributes to the loss of yield effect without reducing the mechanical strength of pulp handsheets.

Одним из направлений совершенствования традиционной технологии сульфатной варки целлюлозы с целью повысить выход является применение поверхностно-активных веществ [13], продуктов пиролиза древесины [16], модифицированных лигнинов [17], деметилированного лигнина [15], упаренного [4] и неупаренного [6] черного щелока, лигносульфонатов [5, 11], талловых продуктов [3], экстрактивных щелоко-растворимых веществ и гидролизного лигнина [1, 2], неорганических и органических катализаторов [10], моносulfита натрия [7], элементарной серы [9].

В этих работах показано, что при использовании перечисленных добавок можно увеличить выход сортированной целлюлозы на 1...4 %, снизить непровар, расход щелочи, смолистость, сорность целлюлозы без существенного снижения ее прочности.

Как показано в работе [8], совместная добавка элементарной серы и антрахинона при сульфатной варке изоляционной целлюлозы из сосновой щепы оказывает существенное влияние на степень делигнификации (число Каппа) и вязкость 0,8 %-го медно-аммиачного раствора. Установлено, что при числе Каппа 28 (фактор  $H = 1250$ ) существует изоточка вязкости — 73 мПа·с. Добавка серы вызывает увеличение вязкости целлюлозы до 85 мПа·с при углублении делигнификации и, наоборот, резкое снижение ее до 35 мПа·с при варке жесткой целлюлозы. В диапазоне фактора  $H$  от 750 до 1500 добавка элементарной серы способствует замедлению процесса делигнификации.

Замена сульфида натрия на эквивалентное количество элементарной серы в процессе сульфатной варки древесины бамбука с сульфидностью щелока 18...20 % была исследована достаточно подробно [18]. Серу вносили в автоклав перед варкой или растворяли предварительно в белом щелоке. Состав и прочностные свойства целлюлозы были почти одинаковыми независимо от способа внесения элементарной серы. Замена сульфида натрия на серу приводила к увеличению выхода целлюлозы при повышенном числе Каппа, содержания пентозанов и вязкости целлюлозы. Увеличение числа Каппа и вязкости целлюлозы авторы работы [18] объяснили снижением содержания эффективной щелочи в ходе реакции



Так как при сульфатной варке осиновой щепы с добавкой в автоклав или щелок сульфида натрия [7] наблюдалось значительное ускоре-

\* Работа выполнена по тематике ГНТП России «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья».

ние и углубление делигнификации, увеличение выхода даже при числе Каппа, равном 12 ед., эта добавка представляет большой интерес при совершенствовании варки целлюлозы для отбелки.

В данной работе\* была изучена возможность получения дополнительного эффекта при совместной добавке в автоклав элементарной серы (S), сульфита натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), модифицированного таллового пека (ТП и ТПСЕС) и масла (ТМ), упаренных щелоков (УЩ) при сульфатной варке смеси щепы из березы и осины (БО), сосны и ели (СЕ).

### Экспериментальная часть

Щепа толщиной 3...4 мм, длиной и шириной 20...30 мм из древесины березы и осины была вручную выбрана из производственной пробы (варки 1—3) и приготовлена раскалыванием вручную шайб, напильных из березового и осинового стволов диаметром 15...20 см (варки 4—9; табл. 1, 2). Перед взятием навесок щепу высушивали на воздухе для уменьшения ошибки взвешивания, перед варкой ее вымачивали в воде 24 ч для придания свойств влажной щепы. Щепа из сосны с примесью ели (табл. 3, 4) выбрана из производственной пробы.

Для варок БО и СЕ был взят белый щелок из производственного потока с сульфидностью 30 %. Массовая концентрация активной щелочи в нем соответственно 101,87 и 94,20 г/л. Упаренный щелок от варки смеси щепы из березы и осины (УЩБО), использованный в качестве добавки при варке БО, имел плотность 1,215 г/см<sup>3</sup> и содержал 43,6 % сухих веществ. Упаренный щелок от варки смеси щепы из сосны и ели (УЩСЕ), использованный в качестве добавки при варке СЕ, имел плотность 1,245 г/см<sup>3</sup> и содержал 49,0 % сухих веществ. Учитывая концентрацию остаточной активной щелочи, считаем, что с добавками упаренных щелоков внесено дополнительно 0,2 % активной щелочи от массы абс. сухой древесины.

Варку проводили по единому температурному графику в трех парах автоклавов, установленных в гнездах платформы, вращающейся вертикально с частотой 6 об/мин. Вместимость автоклава 1 л. Автоклавы нагревали равномерно горячим воздухом в течение 120 мин до температуры 170 °С и выдерживали при этой температуре 60 мин. Фактор  $N = 785$ . Результаты исследования представлены в табл. 1—4.

После завершения варки отбирали черный щелок для анализа, отделяли целлюлозную волокнистую массу, промывали ее. Сортированную целлюлозу и непровар подвергали дальнейшим исследованиям. Целлюлозу, извлеченную из одного из спаренных автоклавов, после промывки всю высушивали и взвешивали для получения более точного показателя выхода. Целлюлозу из другого автоклава высушивали на воздухе и определяли число Каппа, массовую долю лигнина и  $\alpha$ -целлюлозы, вязкость. После размола до степени помола 60 °ШР готовили отливки массой 100 г/м<sup>2</sup> для определения показателей механической прочности.

Белый щелок характеризовали содержанием активной щелочи  $A$  и сульфида натрия  $S$ , черный —  $A_0$  и  $S_0$ . Расход щелочи и сульфида натрия, рассчитанный в процентах от абс. сухой древесины и от заданного количества, обозначены как  $A_d$  и  $S_d$ ,  $A_3$  и  $S_3$ . Все аналитические определения выполнены по стандартным методикам [12, 14].

### Обсуждение результатов

Варки 1—3 (табл. 1, 2) были проведены при минимальных значениях гидромодуля ( $\Gamma = 3,5$ ) и заданной концентрации активной щелочи

\* В эксперименте участвовали студенты АГТУ В. Н. Попов, Э. В. Пивоваров и сотрудники АО «АЦБК» Е. В. Киселева, Т. М. Коробейникова.

Таблица 1

Заданные, аналитически определенные и рассчитанные параметры варок лиственной щепы без добавок и с добавками талловых продуктов, сульфита натрия и серы

Но- мер вар- ки	Добавка, % от абс. сухой дре- весины	Заданные показатели			Белый щелок		Черный щелок		Расход			
		Г*	А, % от сухой дре- весины	С, %	А	С	А <sub>0</sub>	С <sub>0</sub>	А д	С д	% от заданного	
											А д	С д
					г/л		г/л		% от абс. су- хой древесины			
1	ТМ + S (1,00 + 2,00)	3,5	17,00	30,90	48,50	15,00	6,63	5,08	14,65	3,50	86,17	66,60
2	ТМ + S (1,00 + 2,00)	3,5	17,00	23,20	48,50	15,00	8,93	6,82	14,17	2,86	83,33	54,53
3	ТПСЕС + S (1,00 + 2,0)	3,5	17,00	23,20	48,50	15,00	8,93	12,15	13,84	1,00	81,41	19,00
4	ТМ + Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (0,75 + 6,30)	4,0	19,40	25,00	48,50	12,00	10,85	7,44	15,06	1,82	77,62	43,40
5	ТМ + Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (0,75 + 6,30)	4,0	19,40	25,00	48,50	12,00	9,30	7,20	15,68	1,92	80,62	45,70
6	ТП + Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (1,50 + 6,30)	4,0	19,40	25,00	48,50	12,00	9,61	7,44	15,56	1,82	80,20	43,40
7	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (6,30)	6,0	19,40	27,00	32,30	8,72	10,23	6,70	13,26	1,20	68,95	22,54
8	ТП (0,75)	6,0	19,40	27,00	32,30	8,72	9,30	7,19	13,82	1,26	71,23	24,09
9	ТП (1,50)	6,0	19,40	27,00	32,30	8,72	8,68	7,68	14,23	0,60	73,35	11,47

\* Г — гидромодуль.

в белом щелоке А = 17 % или в единицах Na<sub>2</sub>O — 48,5 г/л. После определения остаточной концентрации активной щелочи А<sub>0</sub> и сульфита натрия С<sub>0</sub>, были рассчитаны расходы этих реагентов А<sub>д</sub> и С<sub>д</sub> в процентах по отношению к абс. сухой древесине. Как видно из этих данных, расход активной щелочи на варки с добавками ТМ практически не отличается от варок ТПСЕС с серой, но расход сульфита натрия по сравнению с варками без добавок серы возрастает в 2,0—2,5 раза. (За суль-

Таблица 2

Выход и свойства целлюлозы, полученной при варке лиственной щепы с добавками талловых продуктов, сульфита натрия и серы

Но- мер вар- ки	Выход, %		Чис- ло Кап- па	Массовая доля в цел- люлозе, %			Вяз- кость, МПа × с	Раз- рыв- ная дли- на, м	Сопротив- ление	
	сорти- рован- ной цел- люлозы	не- про- ва- ра		лиг- нина	смо- лы	α-целлю- лозы			раз- дира- нию, мН	изло- му, ч. д. п.
1	53,22	—	17,0	1,75	0,75	87,21	—	11 700	740	1 520
2	54,36	0,50	19,2	3,46	0,52	82,65	—	12 200	780	1 560
3	55,50	0,12	17,0	2,12	0,68	77,34	—	12 700	720	1 990
4	50,22	—	19,7	1,75	1,45	—	80	9 800	900	1 600
5	52,58	—	18,0	1,43	1,32	—	80	8 500	900	1 600
6	52,22	—	19,3	1,14	1,28	—	80	9 800	800	1 400
7	52,07	—	15,3	0,76	1,16	—	147	9 400	1 000	2 000
8	51,84	—	15,8	0,70	1,26	—	127	9 500	860	2 000
9	52,60	—	16,0	0,63	1,63	—	116	9 400	900	1 800

фид натрия принята сумма внесенного с белым щелоком сульфида натрия (4,2 %) и эквивалентного его количества, внесенного с серой.)

Модифицированный талловый пек ТПСЕС содержал в своем составе 30 % серы, что было учтено при расчете.

Варки 4—6 проведены при более высокой концентрации активной щелочи в белом щелоке (19,4 % или 48,5 г/л) с добавкой ТП и сульфита натрия, который взят в количестве, эквивалентном концентрации сульфида натрия в белом щелоке.

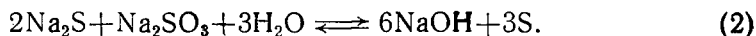
Варка 7 представляет собой сульфатную варку с добавкой расчетного количества сульфита натрия при гидромодуле 6,0 и заданной концентрации активной щелочи, равной 19,4 %. Концентрация активной щелочи в белом щелоке 32,3 г/л.

Варки 8, 9 проведены для оценки влияния в этих условиях добавок модифицированного таллового пека без серы.

Полученные результаты показали, что при увеличении заданной концентрации активной щелочи в белом щелоке с 17,0 до 19,4 % наблюдается повышение ее остаточной концентрации в черном щелоке и снижение расхода  $A_3$  с 86,17 до 77,62 % при варке без добавок и с 76,8 до 71,0 % при варке с добавками:

Главное влияние на  $A_3$  оказывает количество заданной щелочи и гидромодуль. При увеличении гидромодуля расход существенно сокращается. Добавки ТМ и ТПСЕС также вызывают незначительное (с 14,65 до 13,84 %) снижение  $A_d$ .

В ходе варок без добавок серы (1, 4—9) расход сульфида натрия в процентах как от абс. сухой древесины, так и от исходного снижается примерно в 2 раза при увеличении гидромодуля с 3,5 до 6,0. Добавка серы вместе с ТМ и ТПСЕС (варка 2, 3) уменьшает расход сульфида натрия, по-видимому, за счет образования его при растворении серы в щелоке, а в случае варок 5—9 — в результате других процессов, протекающих по следующей схеме реакций сульфида в начале и конце варки:



Добавка  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  и ТП при гетерогенных условиях в начале варки сдвигает равновесие вправо. В основном периоде делигнификации и в конце варки, по мере расходования и изменения свойств  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  и ТП, имеет место обратный процесс, который аналитически фиксируется уменьшением расхода сульфида натрия.

Роль сульфита натрия как окислителя, вероятно, могут выполнять окисленные компоненты ТП, смоляных кислот, фенолов, лигнинов, а также диметилсульфоксид.

Показатели выхода и свойств целлюлозы, полученной из щепы лиственной древесины с добавками, представлены в табл. 2. Как видно из таблицы, используемые добавки увеличивают выход сортированной целлюлозы на 1...4% при незначительном изменении степени делигнификации (число Каппа 14...15), доли смолы и механической прочности целлюлозных отливок. Добавка серы совместно с ТП и ТПСЕС

Таблица 3

Исходные, аналитически определенные и рассчитанные параметры варок лиственной (варки 1—4) и хвойной (варки 5—8) щепы без добавок и с добавками упаренных щелоков и серы

Но- мер вар- ки	Добавка, % от абс. сухой древесины	Заданные показатели		Белый щелоков		Черный щелоков		Расход					
		А, % от абс. су- хой дре- веси- ны	С, %	А		С		А <sub>0</sub>	С <sub>0</sub>	А		С	
				А	С	А <sub>д</sub>	С <sub>д</sub>			А <sub>з</sub>	С <sub>з</sub>		
1	—	17,0	30,9	48,50	15,00	6,63	5,08	14,65	86,20	3,50	66,60		
2	УЩБО + S (2 + 1)	17,0	30,9	48,50	20,53	11,16	6,32	13,17	76,98	4,97	71,00		
3	УЩБО + S (2 + 2)	17,0	30,9	48,50	26,70	9,92	5,83	13,50	79,41	4,97	94,66		
4	УЩБО + S (2 + 3)	17,0	30,9	48,50	31,59	10,54	6,05	13,20	78,10	7,30	139,00		
5	—	17,0	26,8	48,50	13,00	5,13	7,33	15,17	89,20	1,98	43,50		
6	УЩСЕ + S (2 + 1)	17,0	26,8	48,50	18,53	6,32	10,86	14,76	86,82	2,68	41,30		
7	УЩСЕ + S (2 + 2)	17,0	26,8	48,50	24,70	5,83	9,61	14,13	85,47	5,26	61,13		
8	УЩСЕ + S (2 + 3)	17,0	26,8	48,50	29,59	6,05	10,32	14,85	87,35	6,74	65,10		

\* Варки проведены при  $\Gamma = 3,5$ .

(варки 1—3) обеспечивает наибольший выход целлюлозы при некотором увеличении числа Каппа и выхода непровара. Добавка сульфита натрия, с точки зрения увеличения выхода целлюлозы, настолько же эффективна, как и добавка таллового пека.

На увеличение выхода целлюлозы и степени делигнификации сильное влияние оказывает повышение гидромодуля варки (табл. 2) и снижение расхода сульфида натрия (см. табл. 1). Очевидно, это связано с уменьшением концентрации активной щелочи в исходном белом щелоке и влиянием смещения равновесия химических реакций, схемы которых представлены уравнениями (1) и (2).

Изменение показателей механической прочности отливок находится в пределах, характерных для сульфатных целлюлоз. Можно отметить, что при использовании добавок ТП снижение прочности отливок не происходит. Различие между варками 1—3 и 4—9 обусловлено, вероятно, сменой проб щепы (их подготовкой к варке).

В табл. 3 приведены результаты исследований щелоков от варок березово-осиновой и сосново-еловой щепы производственного изготовления с добавками 2 % сухих веществ упаренного щелока и 3 % элементарной серы. Как и в случае добавок талловых продуктов, с увеличением количества добавляемой серы имеет место рост остаточной концентрации активной щелочи и сульфида натрия. Это наблюдается при варке как лиственной, так и хвойной щепы. Расчеты расхода активной щелочи и сульфида натрия в процентах от абс. сухой древесины (лиственной) указывают на небольшое снижение  $A_d$  и увеличение  $C_d$  с повышением доли элементарной серы. Такая же тенденция прослеживается и при варке хвойной древесины с возрастающим количеством добавляемой серы и постоянной 2 %-й добавке УЩСЕ, только на другом уровне заданного количества активной щелочи. Отмеченные особенности можно связать с протеканием реакций (1) и (2) в процессе варки с участием лигнина упаренных щелоков и элементарной серы.

Следует отметить, что добавка серы в варочный автоклав усиливает значение окислительно-восстановительных реакций в редокс-системах, имеющих место в процессе варки, и существенно увеличивает остаточную сульфидность черного щелока и концентрацию таких сернистых соединений, как  $Na_2SO_3$  и  $Na_2S_2O_3$ . В конечном счете большая часть серы превращается в эти соединения, т. е. даже в случае ее добавки в конце процесса, она не может присутствовать в большом количестве.

При анализе выхода и свойств целлюлозы, полученной при варке с добавками упаренных щелоков (табл. 4), следует отметить, что с рос-

Таблица 4

Выход и свойства целлюлозы, полученной при варке лиственной (варки 1—4) и хвойной (варки 5—8) щепы с добавками упаренных щелоков и серы

Но- мер вар- ки	Выход, %		Число Каппа	Массовая доля в целлюлозе, %			Раз- рывная длина, м	Сопротив- ление	
	сорти- рован- ной целлю- лозы	не- про- вара		лиг- ни- на	смолы	$\alpha$ -цел- люлозы		разди- ранию, мН	изло- му, ч. д. п.
1	53,22	—	16,8	1,75	0,750	87,21	11 700	740	1 500
2	53,75	3,29	19,3	4,58	0,776	84,50	9 850	640	2 100
3	56,17	0,95	18,0	4,92	0,524	82,88	11 150	640	2 700
4	54,13	7,13	17,5	5,16	0,513	80,89	11 600	600	1 700
5	45,73	1,44	36,0	1,74	0,872	89,01	10 500	600	5 220
6	46,27	0,12	36,0	2,34	0,853	83,78	11 600	520	5 200
7	49,17	0,10	33,0	2,30	0,823	82,25	10 350	560	5 200
8	47,50	0,10	33,0	3,20	0,714	80,55	10 950	600	5 100

том выхода лиственной целлюлозы с 53,22 до 56,17% наблюдается увеличение содержания в ней кислотонерастворимого лигнина и степени делигнификации на 2...3 единицы. В серии варок смеси сосновой и еловой щепы с добавкой УЩСЕ и серы выход целлюлозы также возрастает с 45,23 до 49,17%, что связано со снижением непровара и числа Каппа. Это расхождение между числом Каппа и остаточным содержанием лигнина (по Кенигу) имеет в основе изменение природы остаточного лигнина в целлюлозе. Как видно, добавка серы также снижает содержание  $\alpha$ -целлюлозы и сопротивление раздиранию отливок как лиственной, так и хвойной целлюлозы. Однако в целом прочностные показатели целлюлозы, полученной при варках с добавками ТПСЕ, ТПСЕС, УЩБО и УЩСЕ с элементарной серой, мало чем отличаются от показателей сульфатной целлюлозы.

### Выводы

1. Добавка модифицированного таллового пека, упаренных щелочков совместно с элементарной серой при сульфатной варке смеси сосновой и березовой щепы (число Каппа 17...20) и смеси сосновой и еловой щепы (число Каппа 30...35) приводит к снижению непровара и увеличению выхода сортированной целлюлозы на 1...3% без ущерба для ее качества.

2. Не только концентрация активной щелочи и сульфита натрия в исходном щелоке, но и гидромодуль оказывает влияние на выход, степень делигнификации и свойства получаемой сульфатной целлюлозы.

3. Добавка модифицированного таллового пека, упаренных щелочков совместно с элементарной серой на начальном этапе существенно изменяет свойства окислительно-восстановительной системы и влияет на механизм гетерогенных процессов и результаты варки.

4. Добавка поверхностно-активных веществ, полученных в собственном производственном цикле, совместно с элементарной серой или без нее позволяет разработать новую технологию модифицированной сульфатной варки смесей щепы различного происхождения с увеличением выхода, но без снижения качества целлюлозы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 834285 СССР, МКИ Д 21 С 3/02. Способ получения целлюлозы / М. И. Чудаков, Ю. Г. Бутко, А. Б. Маршак, А. И. Новикова (СССР).— № 2833785/29-12; Заявлено 09.10.79; Оpubл. 30.05.81, № 20 // Открытия. Изобретения.— 1981.— № 20.— С. 148. [2]. А. с. 861443 СССР, МКИ Д 21 С 3/02. Варочный раствор для получения сульфатной целлюлозы / И. С. Гелес, М. М. Агеева (СССР).— № 2845952/29-12; Заявлено 03.12.79; Оpubл. 04.10.81, Бюл. № 33 // Открытия. Изобретения.— 1981.— № 33.— С. 129. [3]. А. с. 926126 СССР, МКИ Д 21 С 3/02. Способ получения волокнистого полуфабриката / Г. С. Косая, Ю. А. Гугнин, И. С. Иванова и др. (СССР).— № 2991202/29-12; Заявлено 08.10.80; Оpubл. 07.05.82, Бюл. № 17 // Открытия. Изобретения.— 1982.— № 17.— С. 145. [4]. А. с. 1133319 СССР, МКИ Д 21 С 3/02. Способ получения целлюлозы / Г. Ф. Прокшин, А. Ф. Надин, С. Б. Пальмова, Б. Д. Богомолов, Е. М. Нечаева, А. Ф. Личутин (СССР).— № 3633860/29-12; Заявлено 15.08.83; Оpubл. 07.01.85, Бюл. № 1 // Открытия. Изобретения.— 1985.— № 1.— С. 104. [5]. А. с. 1305223 СССР, МКИ Д 21 С 3/02. Способ получения целлюлозы / Г. Ф. Прокшин, А. Ф. Надин, В. А. Лугинин, А. Т. Олейник (СССР).— № 3932214/31-12; Заявлено 23.07.85; Оpubл. 23.04.87, Бюл. № 15 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 15.— С. 102. [6]. А. с. 1509465 СССР, МКИ Д 21 С 3/02. Способ получения сульфатной целлюлозы / А. Ф. Надин, Г. Ф. Прокшин, Б. Д. Богомолов (СССР).— № 4338987/31-12; Заявлено 07.12.87; Оpubл. 23.09.89, Бюл. № 35 // Открытия. Изобретения.— 1989.— № 35.— С. 107. [7]. Бобров А. И., Козловская З. Ф., Самсонов Н. Е. Сульфатная варка целлюлозы из лиственной древесины с применением добавки сульфата натрия // Бум. пром-сть.— 1992.— № 4.— С. 9—11. [8]. Влияние серы и антрахинона на качество целлюлозы для конденсаторной бумаги / Э. А. Тупицына, А. П. Потапенко, В. А. Коновал, Л. Т. Тур // Бум. пром-сть.— 1986.— № 8.— С. 21—22. [9]. Иванова И. С. Влияние добавок элементарной серы на щелочную варку древесины // Труды ВНИИБ.— 1960.— Вып. 45.— С. 137—153.