

## ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО ЛИГНИНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕГО КАК ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

**Б. Д. БОГОМОЛОВ**

Кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

**А. А. СОКОЛОВА**

Кандидат технических наук

(Северное отделение института леса Академии наук СССР)

Термин «лигнин» является собирательным названием группы высокомолекулярных аморфных соединений, обладающих общностью состава, строения и химических свойств.

В свете современных знаний лигнин можно определить как инкрустирующий материал растений, дающий серию цветных реакций и построенный главным образом, если не полностью, из фенилпропановых звеньев.

На лигнин приходится основная часть метоксильного содержания растений, он не гидролизуется кислотами, легко окисляется, растворим в горячей щелочи и бисульфите, легко конденсируется с фенолами и тиосоединениями.

Лигнин — весьма лабильное вещество, склонное к изменениям под влиянием физических, химических и биологических факторов, что составляет главную трудность его изучения. Хотя лигнин изучается уже более 100 лет, многие вопросы химии лигнина не решены до сих пор.

По своим физико-химическим свойствам лигнин древесины неоднороден.

В средневозрастной древесине хвойных пород около 0,9 всего лигнина химически связано с углеводными компонентами древесины и только 0,1 находится в свободном состоянии и может растворяться в подходящих индифферентных растворителях.

Химически связанный природный лигнин образует, по-видимому, молекулы трехмерной структуры, что и обуславливает его нерастворимость в указанных растворителях.

В литературе принято различать, с одной стороны, «нативный» лигнин, который извлекается из растительных тканей индифферентными растворителями без применения катализаторов и считается аналогичным природному лигнину или протолигнину, и, с другой стороны, различные препараты выделенных лигнинов, в которых протолигнин при выделении

уже претерпел те или иные превращения. По-видимому, нельзя ставить знак равенства между «нативным» лигнином и протолигнином, так как «нативный» лигнин представляет собой только низкомолекулярную часть природного лигнина, не связанную химически с углеводными компонентами.

Для понимания свойства лигнина и его превращений в различных процессах (варка и отбелка целлюлозы, гидролиз древесины и т. д.), а также для выявления потенциальных возможностей его применения как химического сырья, имеют большое значение характерные функциональные группы лигнина.

Функциональные группы природного лигнина и препаратов лигнина, выделенных из древесины различными методами, несколько отличаются в количественном и качественном отношении. В процессе выделения в лигнине могут образовываться новые группы, а имевшиеся группы могут претерпевать превращения или отщепляться.

По нашим исследованиям, в медноаммиачном лигнине Фрейденберга, который, по мнению некоторых исследователей, по свойствам приближается к природному, на структурную единицу с условным молекулярным весом 1000 приходится пять метоксильных и шесть гидроксильных групп. Из шести гидроксильных, несомненно, является фенольным и один, по-видимому, энольным, способным к кето-энольным превращениям.

Основной объект наших исследований — щелочной сульфатный лигнин или тиолигнин, отход сульфатно-целлюлозного производства, относится к выделенным лигнинам.

При сульфатной варке целлюлозы действующим реагентом является раствор, содержащий едкий натр и сернистый натрий. Сернистый натрий в водных растворах гидролизует с образованием едкого натра и гидросульфида натрия ( $\text{NaSH}$ ). Таким образом, процесс делигнификации осуществляется в результате воздействия на лигнин едкого натра и гидросульфида натрия.

В самом начале варки, при температуре 110—120° С, в раствор переходит низкомолекулярный лигнин, не связанный химически с углеводными компонентами древесины, который при этом может подвергаться дополнительному расщеплению. Часть этого лигнина, находящаяся в толще щепы, переходит в раствор на более поздних стадиях варки. Основная же масса химически связанного с углеводами высокомолекулярного лигнина древесины может перейти в раствор только после разрушения связей лигнино-углеводного комплекса.

С повышением температуры расщепляются как связи лигнина с углеводами, так и внутримолекулярные связи лигнинных молекул. Степень такого расщепления зависит от температуры и концентрации щелочи. В жестких условиях реакции разрушение лигнина может быть очень сильным и в этом случае из щелока удаётся выделить только незначительную часть перешедшего в раствор щелочного лигнина.

Нами показано, что в процессе сульфатной варки в молекулу лигнина из варочного щелока внедряется сера и имеет место новообразование фенольных и энольных гидроксильных и карбоксильных групп.

В табл. 1 приводятся результаты исследования одного из образцов щелочного сульфатного лигнина, выделенного 33 %-ной серной кислотой из полуупаренного черного щелока Соломбальского целлюлозно-бумажного комбината.

Перед исследованием лигнин был освобожден от смол и жиров экстракцией петролейным эфиром и от водорастворимых веществ — кипячением с водой в колбе с обратным холодильником в течение 1 часа.

Таблица 1  
Состав щелочного сульфатного лигнина

Показатели	Содержание	
	в %	в мг-экв на 1 г
Вода . . . . .	4,2	—
Зола . . . . .	0,43	—
Метоксильные группы .	12,71	4,1
Гидроксильные группы	10,57	6,22
Суммарное содержание карбоксилов, фенольных и энольных гидроксидов . . . . .	10,2	4,66
В том числе:		
Карбоксильные группы . . . . .	3,66	0,81
Фенольные и энольные гидроксилы (по разности) . . . . .	6,54	3,85
Карбонильные группы .	5,8	~2
Сера . . . . .	1,96	—
Элементарный состав:		
Углерода . . . . .	68,62	—
Водорода . . . . .	5,7	—

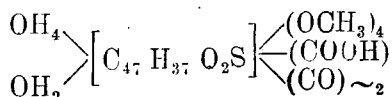
Примечание: В таблице приводятся средние данные из 2-3-х параллельных определений.

Содержание метоксильных групп было определено объемно-аналитическим методом, гидроксильных групп — по Верлею-Бельзину, карбоксильных групп, фенольных и энольных гидроксидов — хемосорбционным методом. Количество карбонильных групп установлено объемным методом с фенилгидразином. Содержание серы определено сжиганием в калориметрической бомбе, а элементарный состав — на микроэлементарной установке. Все расчеты произведены на абсолютно сухую и обеззоленную навеску лигнина.

До последнего времени оставался нерешенным вопрос о наличии в лигнине этиленовых двойных связей. Наши исследования по определению непредельности различных видов лигнина методом бромирования показали, что на единицу лигнина с молекулярным весом 1000 в щелочном сульфатном лигнине приходится около четырех двойных связей. Если учесть, что на единицу медноаммиачного лигнина с молекулярным весом 1000 приходится только около 1,5 двойных связей, то можно сделать вывод об увеличении непредельных свойств лигнина в процессе сульфатной варки.

Предполагается, что при бромировании реакция протекает в основном по типу присоединения. Однако не исключается течение указанной реакции (в незначительной степени) и по типу замещения, так как в отдельных опытах бромирования (главным образом образцов натронного лигнина) наблюдается выделение бромистого водорода.

Проведенные исследования дали возможность уточнить ранее опубликованную нами брутто-формулу щелочного лигнина и придать ей следующий вид:



Таким образом, на единицу с молекулярным весом 1000 в щелочном сульфатном лигнине имеется: четыре фенольных и энольных гидроксила, два гидроксила спиртовых, четыре метоксильных группы, одна карбоксильная группа и около двух карбонильных групп.

Наличие в щелочном сульфатном лигнине значительного количества оксигрупп, главным образом, фенольных гидроксильных, придают ему способность растворяться в водных растворах щелочей и в ряде органических растворителей.

Таблица 2

Растворимость щелочного сульфатного лигнина

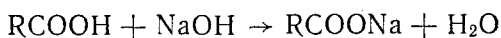
Растворители	Растворимость в % на исходный абсолютно сухой лигнин	
	при комнатной температуре	в аппарате Сокслета
Этиленгликоль . . . . .	100	100
Спирт этиловый . . . . .	66,9	87,6
Бензол . . . . .	1,9	3,5
Эфир этиловый . . . . .	6,4	10,9
Пиридин . . . . .	100	100
Уксусная кислота (ледяная) . . . . .		100
Спирт бутиловый . . . . .	92,7	70,7
Фурфурол . . . . .	30,1	100
Толуол . . . . .	100	6,7
Ацетон . . . . .	2,9	91,7
Дихлорэтан . . . . .	90,3	3,0
Хлороформ . . . . .	1,1	—
Четыреххлористый углерод . . . . .	2,7	—
Бензин . . . . .	3,4	4,2
Петролейный эфир	Нерастворим	Нерастворим
Дистиллированная вода	"	"
0,5N водный раствор NaOH . . . . .	100	100

Интересно остановиться на реакциях, которыми сопровождается растворение природного лигнина в варочном щелоке при сульфатной варке, а также на реакциях, имеющих место при обратном выделении растворенного лигнина из черного щелока под влиянием кислых реагентов.

Ланге, впервые наблюдавший выпадение осадка щелочного лигнина при нейтрализации черного щелока минеральными кислотами, высказал мысль о кислотном характере щелочного лигнина и назвал его лигно-кислотой. Он предполагал, что в щелок переходят растворимые натриевые соли лигниновых кислот, а при подкислении минеральной кислотой свободные лигнокислоты выпадают в осадок.

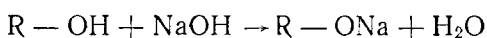
Однако до недавнего времени в щелочном лигнине не было обнаружено карбоксильных групп, почему многие авторы, и в частности Уайз и Джан, считали термин «лигниновые кислоты» ошибочным. В последние годы с несомненностью установлено наличие в щелочном лигнине карбоксильных групп, а поэтому термин «лигнокислоты» в определенной мере следует признать правильным.

Реакцию образования натриевых солей лигнокислот можно представить в следующем виде:



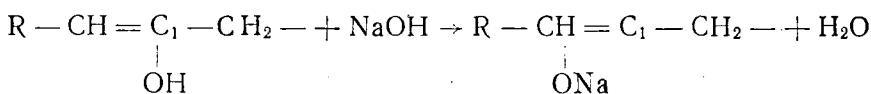
Однако взаимодействием со щелочью только небольшого количества карбоксильных групп, образовавшихся в лигнине в процессе сульфатной варки, делигнификацию объяснить нельзя. Большую роль в процессе делигнификации играют фенольные и энольные гидроксилы, которых в щелочном лигнине содержится в 4—5 раз больше, чем карбоксилов.

Реакцию взаимодействия фенольных гидроксидов лигнина со щелочью можно представить так:



Подтверждением того, что при щелочной варке лигнин образует соединения по типу фенолятов, служит возможность выделения из черного щелока части лигнина путем пропускания в щелок углекислого газа, который не способен вытеснить из солей даже самые слабые органические кислоты, но может разрушать феноляты.

Энольные гидроксилы лигнина, обладающие слабокислыми свойствами, реагируют со щелочью с образованием энولات по схеме:



Эноляты также способны разлагаться углекислым газом.

Таким образом, при обработке черного щелока углекислым газом выпадает лигнин, связанный только в виде фенолятов и энولات. При осаждении же лигнина минеральной кислотой его получается больше, так как выпадает еще и лигнин, входящий в состав солей лигненокислот.

\* \* \*

Изучение свойств щелочного лигнина позволило наметить пути его использования в качестве химического сырья.

На отечественных заводах щелочной сульфатный лигнин до сих пор сжигается при регенерации щелочи. В то же время в заграничной практике технические лигнины в значительной мере используются в производстве резины, смол, пластических масс, клеящих веществ и т. д. Известно, например, что в США различные виды щелочных лигнинов под названием «медол», «томлинит» и «индулин» поступают на рынок как многотоннажное химическое сырье.

Установлено, что без ущерба для процесса регенерации и без компенсации лигнина другим топливом из цикла может быть выведено 10—15% лигнина черных щелоков, что составит в целом по стране около 80 тысяч тонн товарного лигнина в год. При замене же лигнина в процессе регенерации малоценным топливом это количество может быть значительно увеличено.

Технология получения щелочного лигнина весьма проста. Она включает: нейтрализацию черного щелока, фильтрование и промывку на фильтре выделившегося лигнина, сушку и упаковку лигнина.

Получение щелочного сульфатного лигнина в промышленных масштабах может быть налажено на любом сульфатно-целлюлозном заводе в короткий срок и без больших капиталовложений.

Как указывалось, щелочной лигнин можно выделять из щелока как минеральными кислотами, так и углекислотой. Осаждение серной кислотой имеет некоторые преимущества, так как при этом, во-первых, достигается более полное выделение лигнина, а во-вторых, за счет израсходованной на выделение лигнина серной кислоты, щелок обогащается экви-

валентным количеством сульфата, что благоприятно сказывается на процессе варки целлюлозы, так как способствует увеличению сульфидности варочного щелока.

Недостатком метода осаждения щелочного лигнина серной кислотой является сравнительно высокий расход кислоты — около 0,5 кг на 1 кг лигнина (в расчете на моногидрат).

В качестве экономичного метода выделения лигнина можно использовать процесс, совмещающий облагораживание сульфатного мыла с получением лигнина из подмыльного щелока (А. А. Соколова, Б. Д. Богомолов, В. А. Леушева, 1956). Лигнин в этом случае получается в качестве побочного продукта разложения и облагораживания сульфатного мыла, и на выделение его из подмыльных щелоков расходуется кислый раствор бисульфата, образующийся при разложении сульфатного мыла.

При выделении лигнина углекислым газом целесообразно использовать углекислоту отходящих газов котельных, регенерационных агрегатов и известеобжигательных печей. Препятствием к использованию этих газов служит пока высокое содержание в них загрязняющих примесей, которые, осажаясь вместе с лигнином, делают его непригодным для химического использования.

Достаточно чистый щелочной лигнин получается при выделении его из щелоков углекислым газом спиртового брожения. Поэтому в случаях непосредственной близости сульфатно-целлюлозного завода к гидролизному (что имеет место, например, на Сегежском целлюлозно-бумажном комбинате) может оказаться перспективным осаждение лигнина углекислотой брожения.

В практике американских заводов препараты щелочного лигнина выделяются из щелока углекислым газом. При этом углекислый газ связывается в виде углекислого натрия.

Щелочной лигнин, выделенный углекислым газом, имеет более светлый оттенок, чем выделенный серной кислотой, но по свойствам эти лигнины мало отличаются друг от друга.

Поскольку наиболее реальным является выделение лигнина серной кислотой, в наших работах мы, главным образом, ориентировались на лигнин, полученный этим методом.

На Соломбальском целлюлозно-бумажном комбинате длительное время эпизодически работает опытная установка по выделению лигнина, эксплуатация которой позволила накопить необходимые технологические данные. В настоящее время там же в стадии монтажа находится установка, рассчитанная на получение 1 т лигнина в сутки.

Экономические подсчеты показывают, что стоимость лигнина франко-завод изготовитель составляет около 500 руб. за тонну.

Щелочной сульфатный лигнин является наиболее химически активным из всех видов технических лигнинов. Благодаря непредельным свойствам, а также наличию фенольных гидроксильных и карбонильных групп, щелочной сульфатный лигнин может явиться ценным сырьем для ряда химических производств.

Проведенные совместно с НИИМП исследования\* в направлении использования указанного лигнина в производстве пластмасс и, главным образом, по установлению рецептуры и режима приготовления новолачных смол с частичной заменой в них кристаллического фенола на лигнин и по приготовлению пресс-порошков на основе этих смол и по рецептуре К-18-2 показали, что полученные пресс-порошки по своим физико-меха-

\* Работа выполнена при участии Ф. А. Крупкиной и Н. В. Афанасьевой.

ническим и диэлектрическим показателям вполне удовлетворяют действующему ГОСТу (табл. 3).

Разработанная рецептура приготовления фенол-лигниновых смол на основе щелочного сульфатного лигнина позволяет экономить 50% кристаллического фенола и 40% формальдегида, что может снизить себестоимость готовых изделий в 2 раза по сравнению с аналогичными пресс-порошками на кристаллическом феноле.

Таблица 3

## Сравнительная качественная характеристика пресс-порошков

Показатели	Пресс-порошки	
	на основе фенол-лигнинформальдегидной смолы	К-18-2 (стандартный)
Удельная ударная вязкость в кг·см/см <sup>2</sup> . . . . .	4,8—6,7	не менее 4
Водопоглощение в % . . . . .	0,1—0,2	0,25—0,35
Статический изгиб в кг/см <sup>2</sup> . . . . .	570—700	500—800
Удельное поверхностное сопротивление ом . . . . .	1,5—10 <sup>11</sup>	1,10 <sup>9</sup> —1,10 <sup>11</sup>
Удельное объемное сопротивление в ом·см . . . . .	2—3—10 <sup>11</sup>	1,10 <sup>9</sup> —1,10 <sup>11</sup>
Теплостойкость по Мартенсу в °С . . . . .	125—135	110—225
Тангенс угла диэлектрических потерь . . . . .	0,33—0,6	0,4—0,8

Указанный в табл. 3 пресс-порошок, а также и другие порошки, приготовленные на основе смол, в которых кристаллический фенол был заменен ксиленолом и крезолом, были испытаны в местной промышленности г. Архангельска при изготовлении изделий широкого потребления. По своему внешнему виду эти изделия не уступали подобным изделиям из пресс-материала на основе фенол-формальдегидной смолы, хорошо выдерживали механическую обработку и испытания на прочность.

В ближайшее время в соответствии с планом, утвержденным Министерством химической промышленности СССР, на заводе «Карболит» (Орехово-Зуево) предполагается провести более широкие опытно-промышленные работы по внедрению щелочного сульфатного лигнина в производство пластических масс.

Перспективным является использование лигнина в качестве сырья для производства ванилина.

Из щелочного сульфатного лигнина, осажденного серной кислотой из черного щелока первых стадий варки целлюлозы (до температуры 140°С), методом щелочного окисления в присутствии гидроокиси меди, можно получать ванилин с выходом около 13% от лигнина (А. А. Соколова, Е. В. Назарьева, Н. А. Баранова, 1957). Этот процент свидетельствует о высокой эффективности производства ванилина из щелочного сульфатного лигнина, так как существующее производство ванилина из лигносульфонатов дает выход ванилина только около 1,5%.

Большое народнохозяйственное значение может иметь применение щелочного лигнина как активного наполнителя в резине.

Исследования, проведенные совместно с Научно-исследовательским институтом резиновой промышленности (НИИРП), подтвердили высо-

кую эффективность применения лигнина в данной области (Е. П. Хераскова, Б. Д. Богомолов, К. Ф. Калуженина, И. А. Скуба, 1950). В решении расширенного заседания сырьевой секции ученого совета НИИРП 25.XI.1950 г. по результатам использования в производстве резины различных видов лигнина записано: «Практический интерес для резиновой промышленности представляет только сульфатный лигнин, полученный на опытной установке Архангельского лесотехнического института. Указанный лигнин является активным наполнителем резины».

Резины, наполненные лигнином, почти не уступают по качеству резинам с газовой сажей и значительно превосходят резины с ламповой сажей:

Таблица 4

Сравнительная характеристика резин с сажами  
и щелочным лигнином

Показатели	Наполнители резины		
	сажа		лигнин
	газовая	ламповая	
Прочность на разрыв в $кг/см^2$	220	132	200
Относительное удлинение в %	560	450	750
Остаточное удлинение в %	20	17	30
Эластичность по Шобу	35	45	34
Твердость по Шору	68	72	73
Надрыв в $кг/см^2$	55	49	61
Истираемость	360	—	470

Последующими работами НИИРП эти показатели были улучшены, что видно из табл. 5.

Однако из-за межведомственных неувязок эта весьма перспективная работа до сих пор не внедрена в промышленность.

Таблица 5

Физико-механические свойства резин с лигнином  
и с канальной газовой сажей

Показатели	Наполнители		
	лигнин		сажа газова- вая канальная
	с сосновой смолой	с ишимбаевским мазутом	
Оптимальное время вулканизации в мин.	40	50	40
Модуль в $кг/см$ при: 200%	54	34	49
300%	96	56	72
500%	161	114	—
Сопротивление разрыву в $кг/см^2$	209	213	208
Относительное удлинение в %	610	700	684
Остаточное удлинение в %	23	23	23
Надрыв по Гудричу в $кг/см^2$	74	70	67
Коэффициент старения за 5 суток при 100°C:			
по сопротивлению разрыву	0,51	0,46	0,90
по относительному удлинению	0,41	0,41	0,40
Коэффициент теплостойкости при 100°C:			
по сопротивлению разрыву	0,26	0,22	0,58



Продолжение

Показатели	Наполнители		
	лигнин		сажа газовой ка- нальная
	с сосно- вой смо- лой	с пшима- евским ма- зутом	
по относительному удлинению . . . . .	0,48	0,46	0,90
Потери при истирании в см <sup>3</sup> /час . . . . .	278	298	246
Твердость по Шору . . . . .	83	80	74
Эластичность по Шобу . . . . .	37	38	35
Ходимость в циклах до появления трещин . . . . .	11250	8700	17500
Ходимость в циклах до разрушения . . . . .	45000	33750	65000
Температура хрупкости в °С . . . . .	-55	-56	-53
Теплообразование при сжатии на 30% в °С . . . . .	121	115	112
Остаточная деформация после статического сжатия в % . . . . .	6,2	7,5	8,0

Общность строения молекулы лигнина со строением веществ, входящих в растительные таниды, делает лигнин ценным химическим сырьем и для производства дубителей. Установлено (А. А. Соколова, Л. В. Меньшикова, К. В. Гусева), что дубители, полученные на основе щелочного сульфатного лигнина, по своим дубящим свойствам не уступают экстракту и превосходят некоторые синтетические дубители и еловый экстракт, применяемые в настоящее время в кожевенном производстве.

Таблица 6

Сравнительная характеристика дубителей

Дубители	Содержание в % на абсолютно сухое вещество				Доброка- чествен- ность	Сухой остаток в г/г
	нераство- римых веществ	растворимых				
		всего	в том числе			
			нетаннидов	таннидов		
На основе щелочного сульфатного лигнина: № 26 . . . . .	—	100	46,3	53,7	53,7	7,8
№ 30 . . . . .	—	100	39,3	60,7	60,7	6,1
Дубовый экстракт . . . . .	3,3	96,7	38,7	58	60	6,9
Синтан № 1 . . . . .	—	100	44	56	56	2
№ 3 . . . . .	5,8	94,2	41,7	52,5	55,7	2
„СФТ“ . . . . .	—	100	60,1	39,9	39,9	7
„ПЛ“ . . . . .	—	100	52	48	48	8
„СПС“ . . . . .	1,2	98,8	47,1	51,7	52,3	—
Еловый экстракт . . . . .	—	95	53	42	44,2	—

Поскольку щелочной сульфатный лигнин может быть применен в качестве химического сырья в ряде производств, представляет несомненный интерес вопрос стабильности его при хранении.

Изучение «старения» щелочного сульфатного лигнина образца Л-51, хранившегося в течение двух лет в тонком слое, не защищенном от воздействия света и воздуха, методом периодического контроля на функциональные группы и некоторые химические свойства показало, что щелочной сульфатный лигнин в процессе хранения претерпевает некото-

рые изменения в содержании кислых групп. Однако эти изменения, связанные с увеличением оксигрупп в молекуле лигнина являются положительными, так как направлены в сторону активации лигнина.

Таблица 7

## Характеристика «старения» щелочного сульфатного лигнина

Определения	Единицы измерения	Результаты на абсолютно сухой и обеззоленный лигнин					
		исходный образец Л-51		через 1 год		через 2 года	
		параллельные определения	среднее	параллельные определения	среднее	параллельные определения	среднее
Метоксильные группы	%	$\frac{12,5}{12,46}$	12,48	$\frac{12,48}{12,35}$	12,42	$\frac{12,25}{12,50}$	12,37
Гидроксильные группы (общие)	"	$\frac{9,42}{9,52}$	9,47	$\frac{9,41}{9,41}$	9,41	$\frac{9,38}{9,42}$	9,4
Карбоксильные группы и фенольные гидроксилы	$\frac{\text{мг-экв}}{г}$	$\frac{4,46}{4,42}$	4,44	$\frac{4,68}{4,61}$	4,65	$\frac{5,22}{5,20}$	5,21
Карбоксильные группы	"	$\frac{0,69}{0,72}$	0,7	$\frac{0,78}{0,88}$	0,83	$\frac{0,89}{0,86}$	0,88
Фенольные гидроксилы	"	$\frac{3,77}{3,70}$	3,74	$\frac{3,9}{3,73}$	3,82	$\frac{4,33}{4,34}$	4,33
Растворимость в этиловом спирте при нагревании с обратным холодильником в течение 1 часа	%	$\frac{87,71}{87,50}$	87,61	88,14	88,14	—	—
Количество связываемой щелочи при комнатной температуре в течение часа	$\frac{\text{мг-экв}}{г}$	2,16	2,16	3,02	3,02	$\frac{3,09}{3,16}$	3,12

Многолетние исследования образцов щелочного сульфатного лигнина, выделенных в производственных условиях, позволили установить постоянство свойств лигнина, что дает основание рассматривать его как достаточно стабильное химическое сырье:

В результате исследований были разработаны технические условия на щелочной лигнин, как сырье для производства пластмасс и как активный наполнитель для резины, согласованные с НИИПластмасс и НИИ Резиновой промышленности (см. табл. 8).

В решении задачи, поставленной Коммунистической партией, — в ближайшие годы создать мощную промышленность пластических масс и других синтетических материалов — важнейшим условием является расширение сырьевой базы.

Этому целиком соответствует организация промышленного производства щелочного лигнина и превращение части его из топлива в химическое сырье. Известно, что развитие и совершенствование химических методов переработки и использования сырья становится теперь одним из главных факторов технического прогресса.

Производство щелочного лигнина базируется на мощной, непрерывно развивающейся быстрыми темпами сульфатно-целлюлозной промышленности, в которой оно будет способствовать рациональному комплексному использованию вещества древесины (А. А. Соколова, Б. Д. Богомолов,

1957) и дальнейшему повышению эффективности целлюлозного производства. Немаловажным является так же введение в цикл регенерации сульфатно-целлюлозных комбинатов дополнительного количества сульфата, образующегося при выделении лигнина серной кислотой.

Все вышеизложенное позволяет считать, что щелочной лигнин является весьма ценным химическим сырьем, которому принадлежит большое будущее.

Таблица 8

**Технические условия на промышленный  
щелочной сульфатный лигнин**

Показатели физико-химических свойств	Нормы в %
Влажность не более . . . . .	15
Зольность не более . . . . .	1,5
Кислотность . . . . .	нейтральн.
Водорастворимых веществ не более	7
Содержание смол и жиров не более	3
Содержание лигнина на абсолютно сухой исходный лигнин не менее .	85
Растворимость в щелочи не менее .	99
Содержание метоксигенов не менее .	11

### ЛИТЕРАТУРА

Богомолов Б. Д. «Некоторые вопросы химизма сульфатной и натронной варок целлюлозы». Материалы конференции по химии и технологии лигнина. Труды ЛТА, вып. 75, Л., 1956. Богомолов Б. Д. «К вопросу о теоретических основах натронной и сульфатной варок целлюлозы». Труды АЛТИ, т. 17, 1957. Богомолов Б. Д., Соколова А. А. «Щелочной сульфатный лигнин». «Бумажная промышленность» № 9, 1952. Соколова А. А., Богомолов Б. Д. Способ получения ванилина. Авторское свидетельство 110045, 8 февраля 1957. Соколова А. А., Богомолов Б. Д. «О повышении эффективности использования вещества древесины при производстве целлюлозы сульфатным способом». Материалы совещания по проблемам промышленного использования отходов древесины. Изд-во АН СССР, 1956. Соколова А. А., Богомолов Б. Д., Леушева В. А. «Рациональное использование сульфатного мыла». «Бумажная промышленность» № 2, 1956. Соколова А. А., Меньшикова Л. В., Гусева К. В. «Технология получения дубителей из щелочного сульфатного лигнина». Бюллетень технико-экономической информации АН СССР № 12, 1957. Соколова А. А., Назарьева Е. В., Баранова Н. А. «Получение ванилина из щелочного сульфатного лигнина», «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1957. Louis Wise and Edwin Jahn. Wood chemistry. Second edition, vol. I a. II. Reinhold publishing corporation, New York, 1952. Erik Häglund. Chemistry of Wood. Academic pressinc. New York, 1951.

Поступила в редакцию  
24 октября 1957 г.