

М.П. Музыченко, Г.М. Горский, В.К. Пилипенко,
В.И. Адамов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОГО КАРТОНА

Быстрое развитие электротехнической промышленности вызывает потребность в электроизоляционных бумажных материалах, обладающих значительной электрической прочностью, малыми диэлектрическими потерями, высокими механическими показателями, повышенной нагревостойкостью и другими качествами [1]. Этим требованиям в наибольшей степени отвечает небеленая сульфатная целлюлоза, применяющаяся для изготовления этих материалов. Однако пригодность сульфитной целлюлозы для выработки электротехнических изделий требует дополнительного уточнения [2,3].

Задачей настоящей работы и явилось определение пригодности целлюлоз различного происхождения для переработки на электроизоляционные материалы и установление влияния облагораживающих обработок целлюлозы на показатели электроизоляционного картона.

Исходными полуфабрикатами для изготовления лабораторных образцов картонов служили: сульфатная целлюлоза ЭК-1 производства целлюлозного завода "Питкьяранта", магнийбисульфитная целлюлоза опытных варок, хлопковая целлюлоза, полученная с Энгельского завода химических волокон.

В качестве методов повышения химической чистоты технической целлюлозы, предназначенной для переработки на элект-

Табл. 1. Условия проведения облагораживающих обработок целлюлозы

Способ обработки	Концентрация NaOH в растворе, %	Концентрация HCl в растворе, %	Температура, °C	Продолжительность обработки, ч
Холодное облагораживание	10	-	17	1
— " —	5	-	17	1
Горячее облагораживание	1,5	-	95	2
Кисловка целлюлозы	-	1	60	1,5

роизоляционные картоны, испытаны щелочное облагораживание, отделение мелкого волокна, кисловка и предгидролиз перед сульфатной варкой.

Мелкое волокно отделялось в количестве 3% на лабораторном сите. Предгидролизная сульфатная целлюлоза была получена с Братского ЛПК. Условия проведения остальных облагораживающих обработок приведены в табл. 1. Концентрация массы при этом составляла 7%.

Полученные полуфабрикаты анализировались на содержание α-целлюлозы и пентозанов по ГОСТ 6840 - 54, золы по ГОСТ 6842 - 54, смол и жиров по ГОСТ 6841 - 54, а также на растворимость в 10- и 5%-ном растворах NaOH по ГОСТ 9002 - 59. Содержание лигнина определялось растворением целлюлозы в 72%-ной серной кислоте в модификации Ф.П. Комарова, перманганатная жесткость - по методу Бьеркмана.

Бумажные электроизоляционные материалы готовились путем роспуска целлюлозы на волокна в дезинтеграторе, последующего размола в ролле до степени помола 35 - 37 ШР и отлива на аппарате "Рapid-Кеттен".

Полученные отливки характеризовали по толщине (ГОСТ 13199 - 67), разрывной длине (ГОСТ 13525.1 - 68), сопротивлению излому (ГОСТ 13525.2 - 68) и продавливанию (ГОСТ 13643.7 - 69).

Для определения диэлектрических характеристик, которое проводилось в ВЭИ им. В.И. Ленина, отливки высушивались при температуре 100°C и остаточном давлении 1,5 мм рт.ст. в течение 4 ч. Затем они 3 ч пропитывались трансформаторным

Табл. 2. Физико-химические показатели испытуемых целлюлоз

Номер целлюлозы	Способ получения	Выход от необлагороженной целлюлозы, %	Содержание, %	
			α -целлюлозы	пентозанов
1	Хлопковая	100,0	98,2	1,32
2	Магнийбисульфитная	100,0	84,2	5,90
3	Сульфатная марки ЭК-1	100,0	88,1	11,3
4	То же, после холодного облагораживания 10% NaOH	86,0	96,8	5,60
5	"- холодного облагораживания 5% NaOH	90,5	93,7	5,70
6	"- горячего облагораживания	96,3	91,6	9,02
7	"- отделения мелочи	97,0	89,6	10,05
8	"- кисловки	96,7	87,1	9,66
9	Сульфатная предгидролизная	100,0	95,3	3,40

Табл. 3. Физико-механические показатели элементарных

Номер целлюлозы, из которой изготовлены отливки	Степень помола, °ШР	Время размола, мин	Толщина, мм
1	36	14	0,175
2	37	7	0,145
3	36	15	0,140
4	37	24	0,160
5	37	20	0,165
6	35	15	0,150
7	37	15	0,150
8	36	13	0,140

Содержание, %		Жест- кость, перм. ед.	Растворимость (%) в		Раз- ность раство- римо- стей в 10%-и 5%-ном NaOH
золы	смолы		10%-ном NaOH	5%-ном NaOH	
0,245	0,57	26	0,88	0,20	0,68
0,370	2,27	102	16,56	6,62	9,94
0,300	2,10	142	12,81	6,91	5,90
0,430	1,67	104	3,93	1,29	1,64
0,610	1,31	100	6,41	2,01	4,40
0,420	0,23	102	7,22	4,81	2,41
0,270	0,87	123	13,60	6,10	7,50
0,220	1,17	123	14,94	6,43	8,51
0,330	2,19	105	3,88	1,39	1,49

слоев картона

Объемная масса, г/см ³	Разрывная длина, м	Сопротивление	
		излому, ч. д. п.	продавлива- нию кгс/мм ²
0,572	4510	87	0,90
0,682	7820	134	2,25
0,718	10030	888	4,82
0,630	6650	737	2,72
0,615	7760	954	3,32
0,672	8550	726	5,24
0,672	11100	842	4,86
0,723	9100	532	3,88

Табл. 4. Электрические характеристики элементарных слоев

Номер целлюлозы, из которой изготовлены отливки	Толщина четырехслойных отливок, мм	$\text{tg } \beta$, %
1	0,685	0,23
2	0,518	0,31
3	0,54	0,33
4	0,58	0,23
5	0,567	0,23
6	0,512	0,28
7	0,52	0,334
8	0,512	0,288
9	0,608	0,23

маслом при комнатной температуре. Измерения производились в трансформаторном масле при указанной температуре. Тангенс угла диэлектрических потерь ($\text{tg } \beta$) и диэлектрическая проницаемость (ϵ) определялись на четырех слоях в плоских электродах при напряженности электрического поля 2 кв/мм. Диаметр измерительного электрода 50 мм, давление верхнего электрода на образец 800 г/см². Электрическая прочность определялась на двух слоях при помощи цилиндрических электродов диаметром 50 мм плавным подъемом напряжения до пробоя. Приведенные в табл. 3 - 4 значения $\text{tg } \beta$ и ϵ являются средними из пяти определений, $E_{\text{пр}}$ - средним из десяти определений.

В табл. 2 - 4 представлены соответственно физико-химические, механические и диэлектрические показатели отливок из различных полуфабрикатов. Можно заметить, что целлюлозы различного происхождения весьма существенно отличаются по свойствам. Так, в хлопковой целлюлозе имеются только следы лигнина, присутствует наименьшее количество смолы, золы и пентозанов. Она обладает минимальной растворимостью в щелочи, содержит самый высокий процент α -целлюлозы. Вместе с тем хлопковая целлюлоза по сравнению с сульфатной имеет почти в два раза меньшую разрывную длину, примерно в пять раз пониженное сопротивление продавливанию и почти в десять раз меньшее сопротивление излому. В противоположность же древесным целлюлозам хлопковая имеет самые низкие значения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической про-

картона

ϵ	Толщина двухслойных отливок, мм	$E_{пр}$, кВ/мм	Масловпитыва- емость, %
2,60	0,36	45,5	57,5
2,70	0,26	66,0	48,2
2,86	0,276	65,3	45,8
2,78	0,30	49,4	52,2
2,84	0,285	55,6	53,5
2,92	0,256	63,0	49,0
2,88	0,264	64,6	49,0
2,86	0,260	62,4	45,5
2,86	0,30	55,9	50,5

нищаемости, что указывает на пригодность ее применения в качестве изоляционного материала. Кроме того, отливки обладают повышенной масловпитываемостью. Это следует считать дополнительным достоинством хлопковой целлюлозы при изготовлении из нее картонов для трансформаторов с масляным заполнением.

Магнийбисульфитная целлюлоза в своем составе содержит наибольшее количество гемицеллюлоз и соответственно — пониженное содержание клетчатки, условно определяемое по содержанию α -целлюлозы. По прочностным характеристикам эта целлюлоза занимает промежуточное положение, более приближаясь по уровню показателей к сульфатной целлюлозе.

Интересно заметить, что магнийбисульфитная целлюлоза превосходит сульфатную целлюлозу марки ЭК-1 по электрическим характеристикам, обладает лучшей масловпитываемостью.

Если для хлопковой целлюлозы повышенные электрические характеристики отливок могут быть объяснены высокой химической чистотой и однородностью полуфабриката, то улучшенные показатели отливок из магнийбисульфитной целлюлозы по сравнению с картоном из сульфатной целлюлозы марки ЭК-1, по видимому, являются следствием различного состава золы.

Приведенные сведения позволяют предварительно заключить, что магнийбисульфитная целлюлоза может оказаться полноценным заменителем сульфатной целлюлозы в производстве электроизоляционных материалов.

Наблюдавшееся улучшение электроизоляционных свойств отливок, изготовленных из хлопкового волокна, явилось основани-

ем для предположения о том, что повышение химической чистоты обычной сульфатной целлюлозы путем использования различных облагораживающих обработок будет улучшать и электрические параметры отливок, изготовленных из облагороженных целлюлоз.

Действительно, как показали выполненные исследования (см. табл. 2 - 4), диэлектрические характеристики отливок улучшались тем значительнее, чем выше оказывалась химическая чистота исходного полуфабриката.

Наибольшую химическую чистоту получила целлюлоза после холодного щелочного облагораживания 10%-ным раствором NaOH, отливки из которой обладали самыми низкими показателями $\text{tg}\beta$ и ϵ и высокой масловпитываемостью. Облагораживание 5%-ным раствором NaOH также заметно улучшило электрические характеристики отливок, которые по свойствам незначительно уступали отливкам из целлюлозы после облагораживания 10%-ной щелочью.

Весьма благоприятное действие на состав и свойства целлюлозы оказывает водный предгидролиз перед сульфатной варкой. Сокращается содержание в технической целлюлозе спутников клетчатки, вызывающее некоторое снижение прочностных характеристик. Наряду с этим отливки из небеленой предгидролизной целлюлозы обладали лучшим (почти на 30%) тангенсом угла диэлектрических потерь при одинаковой величине диэлектрической проницаемости. Масловпитываемость образцов из небеленой предгидролизной целлюлозы также оказалось повышенной примерно на 10% по сравнению с картоном из целлюлозы ЭК-1.

Отделение мельштофа, кисловка соляной кислотой и горячая щелочная обработка не привели к заметному улучшению свойств.

Вместе с тем облагораживающие обработки существенно снижают содержание гемицеллюлоз в облагороженном продукте, что приводит к заметному понижению механических свойств изготовленных отливок.

Л и т е р а т у р а

1. Брейтвейт К.В., Корицкий Ю.В. Производство, свойства и применение электроизоляционных бумаг и картонов. М., 1970, с. 10.
2. Непенин Ю.Н. Новое в технологии ЦБП. Научн. труды ЛТА, 1973, 143, 99.
3. Бутко Ю.Г., Пелевин Ю.А. Современные методы приготовления сульфитных варочных растворов. М., 1970, с. 225.