

Е7Е
М-13
Министерство высшего и среднего специального
образования БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им.С.М.КИРОВА

На правах рукописи

МАЗАНОВА Ираида Ивановна

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВ
ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КАБЕЛЬНОЙ БУМАГИ ИЗ СМЕСИ
ЦЕЛЛЮЗНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Специальность 05.423 - Химия и технология древесины,
целлюлозы и бумаги (05.21.03)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Г.Минск -- 1973

676
M13

Министерство высшего и среднего специального
образования БССР
БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им.С.М.КИРОВА

На правах рукописи

МАЗАНОВА Ираида Ивановна

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВ
ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КАБЕЛЬНОЙ БУМАГИ ИЗ СМЕСИ
ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН



Специальность 05.423 - Химия и технология древесины,
целлюлозы и бумаги (05.21.03)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

БИБЛИОТЕКА БТИ
имени С. М. КИРОВА

3215 ap

Основным объектом наших исследований является бумага из смеси древесной целлюлозы, синтетических легкоплавких волокон /полиолефиновых/ и гибридов. Задача работы состояла в установлении основных закономерностей, характеризующих изменение свойств нового вида кабельной бумаги, в зависимости от ее состава и условий изготовления, и в разработке рекомендаций по получению такой бумаги. При оптимизации технологии основное внимание уделялось процессу горячего прессования бумаги, так как при использовании в качестве связующих легкоплавких волокон склеивание происходит под действием повышенной температуры и давления, когда изменяется структура связующего материала и активируется процесс адгезии. Рассмотрен также вопрос диспергирования синтетических волокон при подготовке бумажной массы.

В литературном обзоре рассмотрены свойства и применение электроизоляционной кабельной бумаги. В области технологии и улучшения характеристик электроизоляционных видов бумаги из древесной сульфатной целлюлозы значительные исследования выполнили советские и зарубежные специалисты: К.В.Брейтвейт, В.Т. Ренне, Б.Г.Милов, С.Х.Китаева, А.И.Бобров, О.В.Вяткина, Т.Симоямада, Д.Футакуни, Е.Келк, И.Вилсон и другие. Л.М. Гуляева, Б.Б.Гутман с сотрудниками, С.Кагая, Ю.Таке в своих работах показали, что применение для изготовления электроизоляционной бумаги некоторых видов синтетических волокон является эффективным способом улучшения ее электрических свойств. В связи с этим рассмотрено современное состояние технологии получения бумаги с использованием синтетических волокон.

Методическая часть

При проведении исследований учитывалось, что синтетические волокна, входящие в композицию кабельной бумаги, должны способствовать снижению ее диэлектрических потерь.

В работе были применены: полипропиленовые волокна /из изотактического полипропилена/ толщиной 0,1 текс / № 10000 /; полиэтиленовые волокна /из полиэтилена низкого давления/ толщиной 0,333 текс / № 3000/. Выбор полиолефиновых волокон обусловлен, прежде всего, их высокими диэлектрическими характеристиками /тангенс угла диэлектрических потерь 0,0004-0,0006; диэлектрическая проницаемость 2,2 - 2,4/. Волокна нарезались на длину 5 ± 1 мм. Для их диспергирования использовано неионогенное поверхностноактивное

вещество - синтанол ЦС-20. Из гибридов были выбраны фенилоновые гибриды, обладающие удовлетворительными диэлектрическими свойствами.

В качестве древесной целлюлозы применялась облагороженная электроизоляционная сульфатная целлюлоза с содержанием α - целлюлозы 93,4% и низкой зольностью /0,17%/ - из хвойной древесины.

Образцы кабельной бумаги, массой 1 м^2 85-90 г, изготавливали по общепринятой технологии получения бумаги на листоотливном аппарате ЛО - с применением синтетических волокон. Синтетические волокна предварительно диспергировали и смешивали с целлюлозой. Гибриды диспергировали в воде и добавляли в массу перед отливом бумаги. Сухое бумажное полотно подвергали горячему прессованию на лабораторном прессе с двумя электрообогреваемыми плитами диаметром 210 мм.

На всех этапах получения бумаги применяли дистиллированную воду с электропроводностью $3-5 \times 10^{-6} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$.

При оценке свойств кабельной бумаги были определены физико-механические /разрывной груз, удлинение, объемная масса, сопротивление раздиранию, воздухопроницаемость и просвет/и диэлектрические /тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическая проницаемость/ ее свойства. Испытания образцов кабельной бумаги проводили по стандартным методикам. Оценка просвета бумаги производилась посредством микрофотометра МФ-4 с последующей математической обработкой результатов.

Исследования проводились с применением современных математических методов планирования и анализа эксперимента. В частности, широко использовалось центральное композиционное ротатабельное планирование второго порядка. В каждом отдельном случае получали математическую модель объекта исследования в виде полиномиальных уравнений, адекватность которых проверяли с помощью критерия Фишера. После нахождения адекватной математической модели объекта исследования изучали соответствующую поверхность отклика с помощью двумерных сечений и анализировали полученные данные.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Изучение процесса диспергирования синтетических волокон в воде

Диспергирование синтетических волокон в воде существенно затруднено, так как в основном эти волокна, в отличие от целлюлозных, гидрофобны. Исследованы изменения физико-механических и диэлектрических свойств бумаги, получаемой при различных условиях диспергирования синтетических волокон и сделан выбор оптимального режима диспергирования. Свойства бумаги изучали при изменении параметров диспергирования: количества диспергатора, времени перемешивания синтетических волокон, концентрации их в воде и состава бумаги: количества полипропиленовых и полиэтиленовых волокон. Бумага изготовлена из смеси целлюлозных, полиэтиленовых и полипропиленовых волокон и подвергнута горячему прессованию при температуре 150-160°C, давлении 11-12 кгс/см² и времени прессования 1 - 1,5 мин.

В результате проведенных расчетов для ротатбельного планирования II порядка получены уравнения:

$$P = 5,19 - 0,829 X_1 + 0,335 X_1 X_2 - 0,196 X_1 X_4 + 0,171 X_2 X_5 + 0,120 X_3 X_5 + 0,140 X_1^2 - 0,150 X_2^2 - 0,138 X_3^2 \quad /1/$$

$$\ell = 3,906 + 0,817 X_1 + 0,70 X_2 - 0,19 X_2 X_3 + 0,164 X_2 X_5 + 0,202 X_3 X_5 + 0,398 X_1^2 + 0,183 X_2^2 + 0,120 X_3^2 \quad /2/$$

$$d = 0,50 - 0,077 X_1 - 0,0129 X_2 - 0,0119 X_2^2 \quad /3/$$

$$R = 42,18 + 48,7 X_1 + 16,5 X_1 X_2 - 11,3 X_1 X_4 + 10,4 X_1 X_5 + 11,3 X_2 X_5 - 11,8 X_3 X_4 - 9,0 X_3 X_5 - 30,9 X_2^2 - 11,4 X_3^2 \quad /4/$$

где P - разрывной груз, кгс /для полоски шириной 15 мм/

ℓ - удлинение, %;

d - объемная масса, г/см³;

R - сопротивление раздиранию, гс;

- X_1 - количество полипропиленовых волокон в бумаге, %/от 0 до 40 /;
- X_2 - количество полиэтиленовых волокон в бумаге, % /от 0 до 40 /;
- X_3 - количество диспергатора, % от веса синтетических волокон /от 0 до 8/;
- X_4 - время перемешивания синтетических волокон в воде, мин /0-20/;
- X_5 - концентрация синтетических волокон в воде, %/0,02-0,22/.

По полученным экспериментальным данным разрывной груз бумаги изменяется в пределах от 3,5 до 7,1 кгс; удлинение от 3,1 до 7,1%, объемная масса от 0,36 до 0,59 г/см³; сопротивление раздираию от 260 до 540 гс.

Анализ полученных уравнений и соответствующих графических зависимостей показал, что свойства рассматриваемой бумаги определяются, главным образом, композицией бумаги /количеством полипропиленовых, полиэтиленовых и целлюлозных волокон/, а условия диспергирования синтетических волокон оказывают меньшее влияние.

На второй стадии исследования с целью уточнения полученных результатов при изготовлении бумаги из смеси волокон оптимального состава /10% полиэтиленовых, 20% полипропиленовых волокон и 70% целлюлозы/, свойства бумаги изучали дополнительно, применяя ортогональное планирование второго порядка, в зависимости от двух факторов; количества диспергатора / X_1 / и концентрации синтетических волокон в воде / X_2 /.

После обработки экспериментальных данных получены уравнения:

$$P = 7,115 - 0,317 X_2 + 0,175 X_1 X_2 - 0,133 X_1^2 \quad /5/$$

$$l = 4,709 - 0,10 X_1 - 0,15 X_2 - 0,367 X_1^2 - 0,217 X_2^2 \quad /6/$$

$$d = 0,558 + 0,016 X_1 + 0,025 X_2 + 0,02 X_1 X_2 - 0,023 X_1^2 + 0,032 X_2^2 \quad /7/$$

$$W = 76,0 + 4,5 X_1 - 4,16 X_2 - 11,24 X_1 X_2 + 16,85 X_1^2 - 8,16 X_2^2 \quad /8/$$

$$R = 320,5 - 5,84 X_2 - 18,34 X_1^2 - 5,84 X_2^2 \quad /9/$$

где W - воздухопроницаемость, мл/мин /для образца площадью 10 см²/.

В области эксперимента объемная масса изменяется от 0,52 до 0,64 г/см³, разрывной груз от 6,3 до 7,6 кгс, удлинение от 4,0 до 4,9 %, сопротивление раздираию от 285 до 320 гс, воздухопроницаемость от 50 до 115 мл/мин.

На основании проведенных исследований установлено, что бумагу хорошего качества можно получить в следующих оптимальных условиях: количество полипропиленовых волокон 20%, полиэтиленовых 5-10%, диспергатора 3-5% от веса синтетических волокон, время перемешивания 5-10 мин и концентрация синтетических волокон в воде 0,10-0,12%. Бумага характеризуется показателями: разрывной груз 6,5 - 7 кгс, объемная масса 0,58 - 0,60 г/см³, сопротивление раздиранию 300-310 гс, воздухопроницаемость 70-80 мл/мин. Было также установлено, что изменение количества диспергатора в пределах 0-8% /от веса синтетических волокон/ не оказывает существенного влияния на тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическую проницаемость бумаги.

Рассмотрено влияние количества диспергатора X_1 и концентрации синтетических волокон X_2 на просвет бумаги из смеси целлюлозных /70%/ и полипропиленовых волокон /30%/ горячему прессованию образцы не подвергались.

После обработки экспериментальных данных было получено следующее уравнение:

$$D_p = 6,312 - 1,85X_1 - 0,766X_2 + 0,216X_1^2 + 0,666X_2^2 \quad /10/$$

где D_p - характеристика просвета бумаги, %.

Анализ уравнения /10/ показывает, что на характер просвета бумаги существенно влияют количество диспергатора и концентрация синтетических волокон. Характеристика неравномерности просвета бумаги в области эксперимента изменяется в пределах от 4,6 до 9,8%. Наименьшей неравномерностью просвета обладает бумага, если диспергирование синтетических волокон проводить при максимальном количестве диспергатора и концентрации волокон 0,12 - 0,17%.

Исследование процесса изготовления бумаги при использовании легкоплавких термопластичных волокон

В данной части работы изучалось влияние условий проведения процесса горячего прессования на свойства бумаги, содержащей легкоплавкие синтетические волокна /полипропиленовые и полиэтиленовые/, используемые в качестве связующих.

Физико-механические и диэлектрические свойства бумаги изучали в зависимости от пяти факторов: количества полипропиленовых волокон, полиэтиленовых волокон, температуры прессования, давления и времени термообработки.

После обработки экспериментальных данных получены уравнения:

$$P = 3,91 - 0,56 X_1 - 0,14 X_2 + 0,80 X_3 + 0,17 X_4 - 0,24 X_1 X_2 + 0,30 X_1 X_3 - 0,11 X_1 X_4 - 0,11 X_2 X_3 - 0,14 X_4 X_5 + 0,27 X_1^2 + 0,18 X_2^2 + 0,39 X_3^2 + 0,27 X_5^2 \quad /II/$$

$$d = 0,668 - 0,053 X_1 + 0,031 X_3 + 0,018 X_4 + 0,023 X_5 + 0,025 X_2 X_3 + 0,042 X_4 X_5 + 0,012 X_1^2 - 0,011 X_2^2 + 0,012 X_3^2 \quad /I2/$$

$$W = 646 + 446 X_1 + 96 X_2 - 408 X_3 - 125 X_4 + 63 X_1 X_2 - 348 X_1 X_3 - 90 X_1 X_4 - 92 X_2 X_3 - 28 X_2 X_4 + 66 X_2 X_5 + 78 X_3 X_4 - 73 X_4 X_5 + 84 X_1^2 - 102 X_2^2 + 56 X_3^2 - 93 X_5^2 \quad /I3/$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta = & /223 + 2,3 X_1 + 24,4 X_2 + 19,2 X_3 + 3,3 X_5 + 20,7 X_1 X_2 + 33,6 X_1 X_3 + \\ & + 9 X_1 X_4 + 18,5 X_1 X_5 + 24,9 X_2 X_3 + 11,6 X_2 X_4 + 15,3 X_2 X_5 + \\ & + 31,8 X_3 X_4 + 6,7 X_3 X_5 + 28,1 X_4 X_5 + 3 X_1^2 + 4 X_2^2 + 5 X_3^2 + \\ & + 28 X_4^2 + 13 X_5^2 / \cdot 10^{-5} \quad /I4/ \end{aligned}$$

где $\operatorname{tg} \delta$ - тангенс угла диэлектрических потерь сухой бумаги при 100°C;

X_1 - количество полипропиленовых волокон в бумаге, % /от 0 до 40 /;

X_2 - количество полиэтиленовых волокон в бумаге, % /от 0 до 40/;

X_3 - температура горячего прессования, °C/от 140 до 180/;

X_4 - давление горячего прессования, кгс/см²/от 1 до 21/;

X_5 - время горячего прессования, мин /от 1 до 3/.

В области эксперимента разрывной груз бумаги изменяется от 3,2 до 6,4 кгс, объемная масса от 0,52 до 0,84 г/см³, воздухопроницаемость от 54 до 2410 мл/мин, тангенс угла диэлектрических потерь от 0,00155 до 0,00609.

Анализ уравнений и соответствующих графических зависимостей, две из которых приведены на рис. 1, 2, показал, что разрывной груз бумаги связан, прежде всего, с количеством полипропиленовых волокон и температурой термообработки. Он тем меньше, чем больше количество полипропиленовых волокон и повышается до 6-7 кгс, с увеличением температуры /рис. 1/.

На объемную массу рассматриваемой бумаги существенное влияние оказывает количество полипропиленовых волокон, температура, давление и время прессования; влияние количества полиэтиленовых волокон менее значительно /уравнение 12/.

Воздухопроницаемость бумаги определяется, в первую очередь, количеством полипропиленовых волокон, температурой горячего прессования, затем количеством полиэтиленовых волокон, давлением прессования; влияние продолжительности термообработки менее существенно.

Исследования показали, что на величину тангенса угла диэлектрических потерь бумаги влияет каждый из варьируемых факторов, но наиболее значительно — состав смеси волокон в ее композиции и температура горячего прессования.

Одна из графических зависимостей, характеризующая влияние количества полипропиленовых и полиэтиленовых волокон на тангенс угла диэлектрических потерь бумаги приведена на рис. 2.

Горячее прессование бумажного полотна, содержащего целлюлозные и синтетические волокна в композиции, приводит к изменению структуры и свойств получаемого полотна за счет перераспределения связующего в объеме материала и в результате образования адгезионных связей между отдельными компонентами, входящими в состав полотна. В данном случае, очевидно, должны иметь место микрореологические эффекты, способствующие его упрочнению. Кроме того, вероятно играет роль диффузионный механизм образования адгезионных связей.



Рис. 1. Кривые влияния количества полипропиленовых волокон и температуры прессования на разрывной груз/в кгс/ бумаги при количестве полиэтиленовых волокон 20%, давлении 11 кгс/см² и времени прессования 2 мин.



Рис. 2. Кривые влияния количества полипропиленовых и полиэтиленовых волокон на $\epsilon_{98} \times 10^{-3}$ бумаги при температуре прессования 160°C, давлении 11 кгс/см² и времени горячего прессования 2 мин.

Исследование процесса изготовления бумаги при
использовании фибридов

Целью работы, на данном этапе, являлось установление закономерностей и получение адекватных математических моделей, характеризующих изменение свойств рассматриваемой бумаги в зависимости от композиции и условий горячего прессования.

Исследования проводились на бумаге, полученной из смеси целлюлозных и полипропиленовых волокон с добавкой фенилоновых фибридов.

Свойства бумаги изучали в зависимости от следующих факторов: количества полипропиленовых волокон $/X_1/$, количества фибридов $/X_2/$, температуры $/X_3/$, давления $/X_4/$ и времени горячего прессования $/X_5/$.

После обработки экспериментальных данных получили следующие адекватные уравнения:

$$P = 4,29 - 1,19X_1 + 1,22X_3 + 0,25X_4 - 0,18X_1X_2 + 0,50X_1X_3 + 0,24X_3X_4 - 0,16X_4X_5 + 0,64X_1^2 + 0,11X_2^2 + 0,19X_3^2 + 0,10X_4^2 + 0,10X_5^2; \quad /15/$$

$$\ell = 5,45 + 3,35X_1 + 0,49X_2 + 2X_3 + 0,15X_4 + 0,68X_1X_2 + 2,41X_1X_3 + 0,27X_1X_4 + 0,56X_2X_3 + 0,21X_2X_5 + 0,31X_3X_4 - 0,11X_3X_5 + 0,41X_4X_5 + 1,36X_1^2 - 0,18X_2^2 + 0,19X_3^2 + 0,15X_4^2 \quad /16/$$

$$d = 0,400 - 0,055X_1 + 0,078X_3 + 0,027X_4 - 0,021X_1X_2 + 0,025X_1X_3 - 0,016X_2X_3 + 0,016X_3X_4 - 0,022X_4X_5 + 0,048X_1^2 + 0,024X_2^2 + 0,019X_3^2 \quad /17/$$

$$R = 462 + 40X_1 - 36X_3 - 9X_5 + 5X_1X_2 + 21X_1X_3 + 11X_2X_3 + 5X_2X_4 + 5X_3X_4 - 15X_4X_5 - 35X_1^2 - 14X_2^2 - 60X_3^2 - 21X_4^2 - 16X_5^2 \quad -/18/$$

$$W = 125 + 87X_1 - 60X_2 - 104X_3 - 25X_4 - 10X_5 - 48X_1X_2 - 103X_1X_3 - 25X_1X_4 - 14X_1X_5 + 59X_2X_3 + 15X_2X_4 + 22X_2X_5 + 22X_3X_4 + 11X_3X_5 + 50X_4X_5 + 10X_1^2 + 10X_2^2 + 11X_3^2 - 6X_4^2 - 6X_5^2 \quad /19/$$

$$\text{tg} \delta = /168,12 + 3,92X_1 + 10,92X_2 + 19,42X_3 + 3,25X_4 + 12,64X_1X_3 + 4,42X_1X_4 - 5,81X_2X_3 + 2,40X_3X_4 - 10,26X_1^2 - 7,73X_2^2 + 5,79X_3^2 + 7,81X_4^2 + 3,64X_5^2 \quad /20/$$

где X_1 - количество полипропиленовых волокон в бумаге, %
(от 0 до 100);
 X_2 - количество фибридов от веса синтетических волокон, %
(от 10 до 50).

Оказалось, что в области эксперимента разрывной груз изучаемой бумаги меняется от 2 до 8,9 кгс; удлинение от 3,5 до 19,2%, объемная масса от 0,32 до 0,68 г/см³; сопротивление раздиранию от 155 до 550 гс; воздухопроницаемость от 20 до 820 мл/мин; тангенс угла диэлектрических потерь от 0,00120 до 0,00258.

На разрывной груз бумаги существенно влияют количество полипропиленовых волокон и температура горячего прессования. Влияние давления прессования менее значительно, а влияние количества фибридов и времени термообработки мало существенно. Разрывной груз с увеличением синтетических волокон в бумаге снижается, а при повышенных температуре и давлении увеличивается до 7-8 кгс.

Удлинение бумаги до разрыва определяется, в основном, количеством полипропиленовых волокон и температурой прессования, а также количеством фибридов. С увеличением температуры прессования при повышенном содержании в бумаге фибридов, полипропиленовых волокон более 50% - удлинение бумаги возрастает в 3-6 раз.

Объемная масса бумаги в значительной степени зависит от количества полипропиленовых волокон и температуры прессования; меньшее влияние оказывает величина давления. С увеличением количества полипропиленовых волокон объемная масса бумаги уменьшается; с повышением температуры прессования она увеличивается до 0,6-0,7 г/см³.

Полученные в результате эксперимента данные показывают, что сопротивление раздиранию существенно зависит от количества полипропиленовых волокон и температуры прессования, остальные факторы менее существенны. Максимальным значением сопротивления раздиранию обладает бумага, содержащая 50-75% полипропиленовых волокон, до 30% фибридов /от веса синтетических волокон/, - полученная при температуре прессования 155-160°C, давлении 11 кгс/см² и времени прессования 1,5 - 2 мин. В этих условиях можно изготовить бумагу с сопротивлением раздиранию 450-470 гс.

Анализ уравнения /19/ и соответствующих графических зависимостей, одна из которых приведена на рис.3, показывает, что

воздухопроницаемость бумаги связана со всеми факторами, но более всего с количеством полипропиленовых волокон, фибридов и температурой прессования. Количество полипропиленовых волокон увеличивает пористость бумаги и уменьшает ее объемную массу, фибриды и температура прессования уменьшают пористость бумаги и ее воздухопроницаемость.

Изменение тангенса угла диэлектрических потерь данной бумаги имеет сложный характер. Его величина зависит от всех варьируемых факторов, но преимущественно от температуры горячего прессования, количества полипропиленовых волокон и фибридов. Одна из графических зависимостей, характеризующая влияние количества полипропиленовых волокон и температуры прессования на тангенс угла диэлектрических потерь приведена на рис. 4.

Выбор оптимальных условий получения кабельной бумаги из смеси целлюлозных и синтетических волокон

Полученные математические модели в виде полиномиальных уравнений и соответствующие графические зависимости, характеризующие изменение свойств кабельной бумаги при действии рассмотренных факторов, позволяют решать практические задачи, связанные с поиском оптимальных условий получения бумаги с требуемыми свойствами.

Кабельную бумагу с лучшими диэлектрическими и физико-механическими свойствами можно получить при следующих композициях: I - количество полипропиленовых волокон 20%, полиэтиленовых 0-10%; целлюлозы 70-80%; II - количество полипропиленовых волокон 25%, фибридов 20-25% /от веса синтетических волокон/, целлюлозы 75%; III - количество полипропиленовых волокон 75-80%, фибридов 40-50%, целлюлозы 25-20% и оптимальных условиях горячего прессования: температура 160-170°C, давления 10-12 кгс/см² и время прессования 1,5 - 2 мин.

Экспериментальная проверка сделанных рекомендаций подтвердила их правальность.

В выбранных условиях была получена бумага, свойства которой приведены в табл. I и на рис. 5. Из них следует, что бумага, в композицию которой входят синтетические волокна, имеет лучшие показатели почти по всем свойствам, за исключением разрывного груза и воздухопроницаемости в первом варианте.

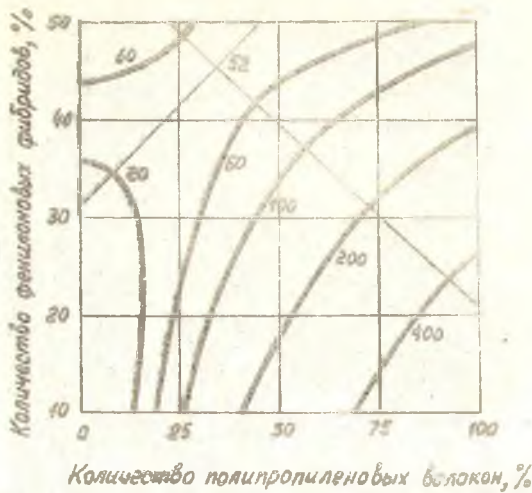


Рис.3. Кривые влияния количества полипропиленовых волокон и фенольных фибридов на воздухопроницаемость/мл/мин/ бумаги при температуре прессования 160°C, давлении 11 кгс/см² и времени прессования 2 мин.

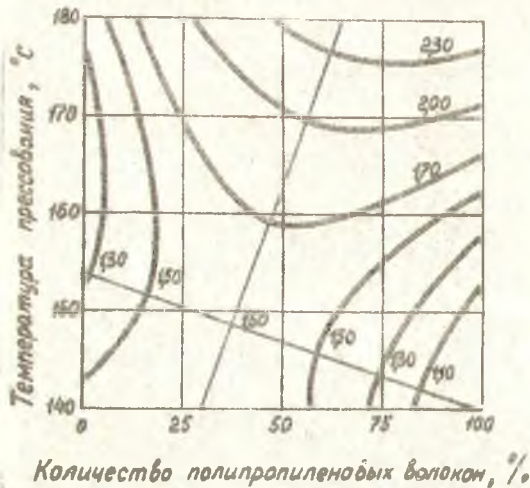


Рис.4. Кривые влияния количества полипропиленовых волокон и температуры прессования на $\tau_{08} \cdot 10^{-3}$ бумаги при количестве фибридов 30%, давлении 11 кгс/см² и времени прессования 2 мин.

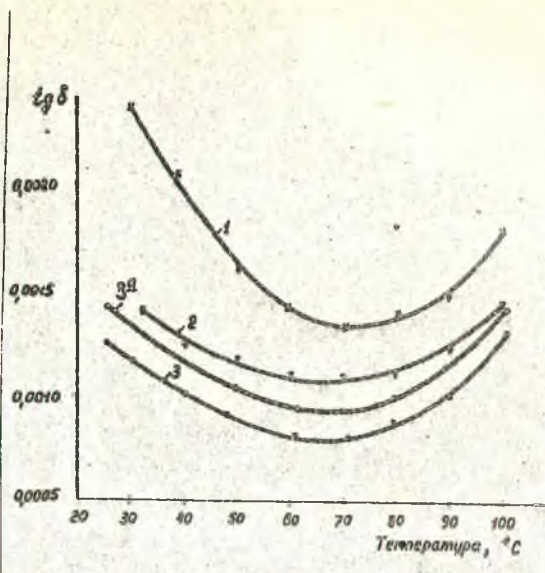


Рис. 5. Температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь кабельной бумаги

1. Бумага из 100% целлюлозы / $d = 0,68 \text{ г/см}^3$ /
2. Бумага, содержащая 20% полипропиленовых волокон и 5% полиэтиленовых волокон / $d = 0,68 \text{ г/см}^3$ - I вар.
3. Бумага, содержащая 25% полипропиленовых волокон и 20% фенилоновых фибридов от их веса / $d = 0,55 \text{ г/см}^3$ / - II вар.
- 3а. Бумага, содержащая 25% полипропиленовых волокон и 20% фенилоновых фибридов от их веса / $d = 0,70 \text{ г/см}^3$ - расч./ - II вар.

Получение кабельной бумаги с синтетическими волокнами в производственных условиях

Была проведена опытная выработка высоковольтной кабельной бумаги из смеси целлюлозных и синтетических волокон на Красногородском ЭБК. Использованы полиэтиленовые волокна №3000 извитые, толщиной 0,333 текс, изготовленные из полиэтилена низкого давления, разрезанные на длину 4-5 мм. Сульфатная электроизоляционная хвойная целлюлоза содержала 92,1% α -целлюлозы и имела зольность 0,25%.

Полученная опытная кабельная бумага имела удовлетворительные показатели по физико-механическим и химическим свойствам.

Двухлучевые показатели новой кабельной бумаги, изготовленной в условиях Красногородского ЗБК по сравнению с бумагой марки КВ-120

Вид бумаги	Объемная масса, г/см ³	ε		100°С	70°С	100°С	100°С	3,0II	60	48
		сухой су- мачи при: 100°С	пропитанной маслом С-220 при: 100°С							
1. Бумага, содержащая 20% полиэтиленовых волокон и 80% целлюлозы	0,83	0,00179	0,00156	0,00242	2,12	3,0II	60	48		
2. Стандартная бумага марки КВ-120	0,85	0,00243	0,00207	0,00324	2,24	3,50	52	40		

1,98

В су/м
при 6 ступен-
ной подь-
часов подь-
еме напря-
жения

Тангенс угла диэлектрических потерь опытной бумаги при 100°C имеет меньшие значения на ~30%, как в сухом, так и в пропитанном состоянии, по сравнению со стандартной бумагой марки KB-120; ее электрическая прочность повышена на 12-16% /табл. 2/

Расчет экономической эффективности показал, что внедрение только 1 км кабеля с новой бумажной изоляцией, содержащей синтетические доломна, составляет экономии около 75 тыс. руб.

Общие выводы

1. Установлены основные закономерности, характеризующие изменение свойств кабельной бумаги из смеси целлюлозных и синтетических полиолефиновых волокон, в зависимости от ее состава и условий изготовления, и разработаны рекомендации по получению такой бумаги.

2. Установлено, что введение в композицию бумаги синтетических волокон полиолефинового ряда/ полипропиленовых и полиэтиленовых/ значительно улучшает ее диэлектрические свойства.

3. Изучено влияние условий диспергирования полиэтиленовых и полипропиленовых волокон на физико-механические и диэлектрические свойства бумаги. На основании полученных уравнений и графических зависимостей определены оптимальные условия диспергирования: количество диспергатора 3-5% от веса синтетических волокон; концентрация синтетических волокон в воде 0,10-0,12%; время перемешивания волокон при диспергировании 5-10 мин.

4. Установлены закономерности, характеризующие влияние состава волокнистых материалов и условий проведения процесса горячего прессования на некоторые свойства кабельной бумаги из смеси целлюлозных, полиэтиленовых и полипропиленовых волокон - при использовании свойств термопластичности синтетических волокон. Определены оптимальные условия изготовления кабельной бумаги требуемого качества. Получена бумага с тангенсом угла диэлектрических потерь в сухом состоянии при 100°C 0,00146, диэлектрической проницаемостью 1,80, разрывным грузом 6,6 кгс, сопротивлением раздиранию 240 гс.

5. Установлены закономерности изменения тангенса угла диэлектрических потерь и физико-механических свойств кабельной бумаги из смеси целлюлозных полипропиленовых волокон с дополнительным использованием фенилоновых гибридов. Найденны оптимальные условия ведения процесса горячего прессования и рекомендована композиция бумаги по составу волокон, обеспечивающая

получение ее с тангенсом угла диэлектрических потерь при 100°C 0,00110 - 0,00130, диэлектрической проницаемостью 1,6, разрывным грузом 5,1 - 6,4 кгс и сопротивлением раздиранью 240-400гс.

6. Проведена опытная выработка нового вида кабельной бумаги, содержащей синтетические волокна. Тангенс угла диэлектрических потерь этой бумаги при 100°C приблизительно на 30% меньше, а электрическая прочность на 12-16% больше по сравнению со стандартной бумагой марки КВ-120.

7. Экономическая эффективность изготовления кабеля с новым видом бумажной изоляции, содержащей синтетические волокна, составляет 75 тыс. руб. на 1 км его длины.

Основные положения диссертационной работы содержатся в следующих публикациях:

1. И.И.Мазанова, Б.Г.Милов, В.Б.Тихомиров.

Получение нового вида кабельной бумаги с заданными свойствами.- "Бумажная промышленность", 1972, №4, с.6-7.

2. В.Б.Тихомиров, И.И.Мазанова, Г.К.Хромова.

Закономерности горячего прессования при изготовлении электроизоляционной кабельной бумаги.-"Бумажная промышленность", 1971, № 12, с.10-11.

3. Б.Г.Милов, И.И.Мазанова. К вопросу о применении синтетических волокон в производстве кабельной бумаги. -

Сборник трудов ЦНИИБ, М., "Лесная промышленность", 1972, № 7, с. 44-51.

4. Авторское свидетельство № 329271, опубл.9.02.72г.

5. Авторское свидетельство /решение о выдаче от 24.08.72 г. по заявке № 1716807/ 29-33 /.

Ваши отзывы в двух экземплярах просим присылать в адрес Ученого секретаря Совета.

Л-107467 Подписано к печати 8/У-1973 г.

Заказ 172 Тираж 120 экз.

Ротапринт - ЦНИИБ

пос. Правдинский М.О., ул. Ленина 15/1