

**МАТЕРИАЛЫ
ВСЕСОЮЗНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**



**Современные
направления в развитии
технологии производства
и повышении качества
электроизоляционных и
фильтровальных
материалов на
целлюлозной основе**

к. т. н. А. В. Рябков
Ю. А. Борисов
Марийский филиал ВНИИБ
ВНПОбумпрома

СНИЖЕНИЕ СЖИМАЕМОСТИ И ОСТАТОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОГО КАРТОНА ПРИ ЕГО УПЛОТНЕНИИ В ГОРЯЧЕМ ПРЕССЕ

В процессе эксплуатации электроизоляционный картон, используемый в виде разнообразных деталей продольной изоляции высоковольтных трансформаторов, подвергается температурным, электрическим и механическим воздействиям. Максимальное давление, которое испытывает на себе продольная изоляция в режиме короткого замыкания трансформатора, составляет 10—20 МПа. Недостаточная сопротивляемость картона электродинамическим усилиям, возникающим при коротком замыкании, может привести к чрезмерной деформации обмоток и выходу из строя трансформатора. Поэтому электроизоляционный картон, используемый для продольной изоляции трансформаторов, должен обладать высокой плотностью, малой сжимаемостью и минимальной остаточной деформацией.

Настоящая работа была проведена с целью определения достижимых уровней значений плотности, сжимаемости и остаточной деформации картона при его уплотнении в горячем прессе. Поиск оптимальных условий уплотнения картона, полученного на экспериментальном оборудовании Марийского филиала ВНИИБ ВПОбумпрома, по способу совмещенного прессования и сушки, проводили используя метод математического планирования. В качестве параметра оптимизации выбрали сжимаемость электрокартона.

На основании априорной информации и предварительных опытов было установлено, что величина сжимаемости электрокартона (S) при проведении уплотнения зависит от давления уплотнения (X_1), продолжительности уплотнения (X_2), температуры плит пресса и влажности картона. Последние два фактора стабилизировали температуру плит — на уровне 150—160°C, влажность образцов — на уровне 2—3% путем их сушки перед опытом в сушильном шкафу при температуре 105°C.

На основании анализа предварительных опытов были выбраны интервалы варьирования и уровни факторов, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Факторы, их уровни и интервалы варьирования

Факторы	Уровни			Интервалы варьирования
	-1	0	+1	
Давление, X_1 , МПа	20	60	100	40
Продолжительность уплотнения, X_2 , мин	2	9	16	7

Матрица планирования и результаты опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Матрица планирования и результаты опытов

X_1	X_2	C
+	+	2,45
—	+	3,10
+	—	2,84
—	—	3,88

Таблица 3

Исследуемые свойства картона до и после уплотнения

Показатели	Картон марки «Б» толщиной 2 мм	Опытный картон толщиной 2 мм		
		до уплотнения	после уплотнения по оптимальному режиму	
		кондиц.	сухой	кондицион.
Сжимаемость на воздухе при 20 МПа, %	10,79	5,60	2,83	3,79
Остаточная деформация, %	5,53	2,50	0,20	0,81
Плотность, г/см ³	1,10	1,26	1,32	1,31

Методом регрессионного анализа были вычислены коэффициенты уравнения регрессии и величина доверительного интервала с 5% уровнем значимости:

$$C = 3,07 - 0,42 \cdot X_1 - 0,29 \cdot X_2;$$

доверительный интервал равен $\pm 0,19$.

Расчет крутого восхождения и его реализации позволили определить оптимальные условия уплотнения: давление — 60 МПа, продолжительность — 8 мин. Факторы уплотнения (X_1 и X_2), превышающие оптимальное значение, вызывают появление на поверхности образцов «мраморности», что свидетельствует о разрушении структуры картона, подтвержденном наблюдениями в световой микроскоп.

В таблице 3 представлены достижимые уровни значений плотности, сжимаемости и остаточной деформации картона при его уплотнении в горячем прессе.

Показатели картона марки «Б» приведены для сравнения. Интересно отметить более низкое значение сжимаемости и остаточной деформации картона после сушки, чем после кондиционирования.