

УДК 621.315.61

Н.С.Карпова (5 курс, каф. ЭИКиК), А.В.Морозова (асп. каф. ЭИКиК)

СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Целлюлоза является одним из старейших органических диэлектриков, но благодаря ряду ценных свойств до сих пор остается незаменимым электротехническим материалом для областей сильных токов и высоких напряжений. Анализ мирового развития целлюлозно-бумажной промышленности позволяет прогнозировать дальнейший рост потребности в бумаге и картоне. Однако, электротехническим бумагам присущи и серьезные недостатки, ограничивающие сферу их применения и условия эксплуатации. К их числу относится низкая нагревостойкость целлюлозы.

Кроме того, при использовании целлюлозной бумаги в намотанном виде крайне важны ее реологические свойства, так как даже локальные перенапряжения при изготовлении и использовании приводят к образованию активных радикалов и развитию деструктивных процессов.

Эффективным способом совершенствования характеристик целлюлозных материалов и диэлектрических систем на их основе может служить структурная модификация целлюлозы хитозаном (Ch) - биополимером XXI века, изучением которого заняты многие страны мира. В то же время отечественные специалисты слабо информированы не только о возможностях этого вещества, но и о его существовании вообще, хотя только из отходов переработки морепродуктов Россия уже сегодня может получать до 500 тонн хитозана в год. Анализ мировых разработок в данной области указывает на отсутствие сведений об использовании биополимера при производстве электротехнических материалов (табл.).

Активные разработки, исследования и применение ведется странами: Япония, США, Германия, Польша, Индия, Китай, Тайланд, страны Балтии.		
Мировой рынок потребления (области применения)		Объем потребления, млн. долларов США
1.	Сельское хозяйство	230
2.	Косметика, парфюмерия	90
3.	Пищевая промышленность	110
4.	Здравоохранение	1245
5.	Иммобилизация ферментов	45
6.	Очистка и разделение веществ	50
7.	Очистка воды	140
Экспертная оценка (США): в XXI веке мировой рынок Ch продукции приобретет глобальный характер.		

Поэтому разработанный на кафедре ЭИКиК СПбГТУ (с соавторами) метод стабилизации диэлектрических систем с целлюлозным компонентом и подтвержденный авторским свидетельством способ получения электроизоляционных бумаги и картона путем модификации целлюлозной основы хитозаном с целью решения технико-экономических и экологических проблем производства оксидных целлюлозных материалов представляется весьма перспективным.

Так как целлюлоза и хитозан – структурные аналоги, то макромолекулы биополимера органично сшивают целлюлозную основу, не ухудшая основные характеристики бумаги. Более того, можно ожидать положительного влияния Ch на электрофизические и механические свойства материала даже в случае введения в его

состав таких наполнителей, как сорбционно активные оксиды металлов (в частности, оксид алюминия). Последний используют для стабилизации пропитываемого состава по параметру $\text{tg}\delta$. Мелкодисперсные частицы адсорбента удерживаются в целлюлозном полотне чисто механически, несколько повреждая волокнистую основу. В результате отмечается некоторое снижение механической прочности оксидной бумаги по сравнению с обычной. Дополнительная сшивка целлюлозной основы биополимером может способствовать устранению этого недостатка.

С целью проверки указанного предположения было проведено термостарение образцов бумаги с содержанием хитозана 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 % от массы целлюлозы и немодифицированной целлюлозной бумаги при температурах 120, 140 и 160 °С в течение 30 суток. Указанное процентное содержание хитозана выбиралось из расчета максимального влияния биополимера на степень удержания адсорбента в бумаге. Ранее было установлено, что именно такое соотношение компонентов позволяет добиться минимальных потерь наполнителя (оксида металла) в процессе изготовления и эксплуатации электроизоляционных целлюлозных материалов. Эксперимент показал, что у адсорбентной бумаги с хитозаном в исходном состоянии отмечается увеличение кратковременной электрической прочности (в среднем на 10%) и механической прочности на разрыв (в среднем на 15%) по сравнению с идентичными образцами без хитозана.

Сшивка целлюлозы биополимером ведет к снижению потерь адсорбента (в среднем на 40%), а также способствует повышению сорбционной способности модифицированной бумаги, так как хитозан обладает собственной природной сорбционной активностью, несколько иной, чем целлюлоза. В результате контакта с композитом наблюдается снижение диэлектрических потерь современных электроизоляционных жидкостей в среднем: нефтяного конденсаторного масла в 3 раза; газостойкого ароматического углеводорода фенилксилилэтана (ФКЭ) в 3,3 раза и в 4 раза в случае использования ФКЭ для пропитки бумажно-пленочной (полипропиленовой) диэлектрической композиции. В последнем случае имеет место сорбционная очистка жидкости не только от продуктов деструкции твердых и жидкого диэлектриков, но и от ионов металлов, ионогенных примесей и загрязнений (в частности, “следов” антиокислителей и катализаторов), вымываемых из пленки вместе с растворимой аморфной составляющей полипропилена.

Как известно, наиболее эффективным методом оценки нагревостойкости целлюлозных материалов признан способ, основанный на сопоставлении скоростей деструкции исследуемых образцов в процессе термостарения, определяемых по изменению средней степени полимеризации макромолекул целлюлозы. Однако для бумаги, модифицированной хитозаном, необходим иной подход, так как Ch не растворяется в EWNN. Поэтому нагревостойкость опытного материала изучалась по 50%-ому снижению механической прочности на разрыв. В результате проведенных испытаний была установлена повышенная устойчивость модифицированной бумаги к термовоздействию по сравнению с обычными образцами целлюлозы.

Таким образом, использование хитозана для совершенствования основных электрофизических и механических характеристик электроизоляционной бумаги представляется весьма перспективным.