

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Л. НИКИФОРОВ, О.Г. ЦИРКИНА

(Ивановский государственный химико-технологический университет,
Ивановская государственная текстильная академия)

Интенсивное развитие промышленности в России за последние годы привело к увеличению спроса на дублированные текстильные материалы. Это и искусственные кожи на тканой основе, которые используются как декоративные обивочные материалы в строительстве и в мебельном производстве, заменители кожи в галантерее, обувной и швейной промышленности, тенговые и декоративные материалы в автомобилестроении, напольные покрытия и кровельные материалы в строительной индустрии, а также многое другое. Наиболее популярным, на сегодняшний день, материалом для получения таких покрытий является поливинилхлорид (ПВХ), что связано с его относительной дешевизной при вполне приемлемых эксплуатационных характеристиках готовых изделий. В основу технологии производства ПВХ покрытий на текстильных основах положен процесс желирования ПВХ – паст при повышенных (210...230°C) температурах. Длительность традиционного процесса тепловой обработки при получении пленок толщиной до 3-х мм варьируется в пределах от 60 до 300 с, то есть процесс можно отнести к категории энергоемких. На наш взгляд, технология желирования может быть существенно упрощена за счет использования нетрадиционного источника тепла – энергии электромагнитных колебаний высокой и сверхвысокой частот. В первичном лабораторном эксперименте нами были получены образцы ПВХ пленок, желированных на лабораторной ВЧ-установке, мощностью 100 Вт и рабочей частотой 40,12 МГц.

Внедрение высокочастотной технологии в отделочное производство и швей-

ную промышленность на этапах промежуточной сушки, тепловой обработки и дублирования текстильных материалов имеет ряд преимуществ. В их числе значительная экономия электроэнергии и повышение производительности оборудования за счет сокращения продолжительности высокотемпературной обработки. В швейной и галантерейной отраслях легкой промышленности для дублирования синтетических материалов используют сварку токами высокой частоты. При этом предоставляется возможность одновременно улучшить внешний вид получаемых изделий – нанести аппликацию, получить на материале выпуклый узор (тиснение).

Одним из важнейших параметров, определяющих качество получаемых текстильных изделий, является температура в зоне обработки. Поэтому необходимо изучить кинетику процесса нагрева диэлектрика определенной химической природы в поле токов высокой частоты.

Данная работа производилась с целью выявления оптимальных условий сварки термопластичных синтетических материалов, в частности, композиции на основе поливинилхлорида (ПВХ).

Измерение температуры свариваемого пленочного материала производилось с помощью специально разработанной термопары [1]. В идеальной системе вся подводимая к материалу мощность должна идти на его разогрев. В реальных условиях полученные кинетические кривые нагрева проявляют более сложную зависимость, чем ожидающиеся монотонные выпуклые зависимости, характерные для постоянных условий теплообмена и мощности нагрева [2].

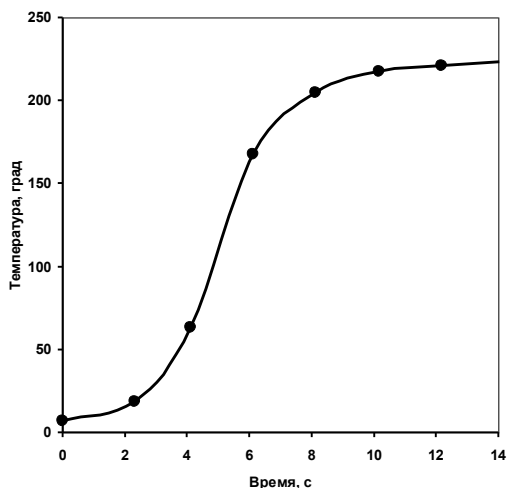


Рис. 1

График зависимости температуры материала от длительности обработки, представленный на рис.1, показывает значительное возрастание мощности в начальный период нагрева. Далее в ходе нагрева мощность изменяется. Для объяснения причин происходящих изменений необходимо произвести измерения температуры в нагреваемых образцах за различный период времени. Для измерения активной составляющей высокочастотной мощности нами было использовано устройство с токовым трансформатором и регистрирующим блоком, схема которого представлена в работе [3].

Идущая на нагрев образца мощность может быть рассчитана на основе перепада температур по толщине пакета пленок, моделирующего текстильное полотно, и теплофизических свойств нагреваемого материала.

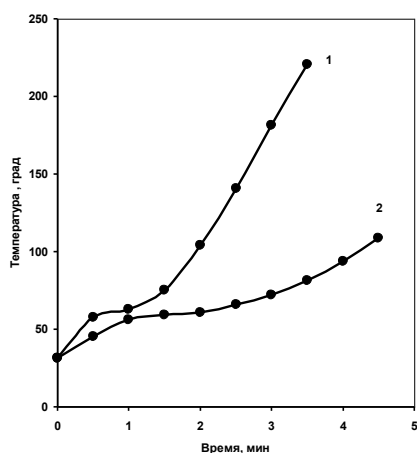


Рис. 2

На рис.2 приведены зависимости изменения температуры, происходящего в пакете ПВХ-пленок, в процессе высокочастотной обработки на оси (кривая 1) и на поверхности пакета пленок (кривая 2). Из уравнения непрерывности теплового потока при условии равномерности по объему плоского пакета тепловыделения следует:

$$q = \frac{\delta (CT)}{\delta t} + 2 \lambda \frac{\Delta T_0}{\delta^2},$$

где q – мощность в единице объема нагреваемого материала, Вт/м³; C и λ – теплопроводность, Дж/(кг·град), и коэффициент теплопроводности, Вт/(м град) нагреваемого материала; ΔT_0 – разность температур между осью пакета и его поверхностью; δ – толщина пакета, м.

Используя приведенную формулу, размеры ПВХ-пакета и кинетические кривые нагрева, можно рассчитать мощность, выделяющуюся в образце, в зависимости от продолжительности нагрева. Результаты, полученные по радиотехническим измерениям (кривая 1) и по приведенному выше уравнению (кривая 2), представлены в виде графиков на рис.3. Показано, что характер кривых одинаков, но имеет место отличие в абсолютных величинах, что, на наш взгляд, связано с неучтенными потерями энергии ВЧ-поля на излучение.

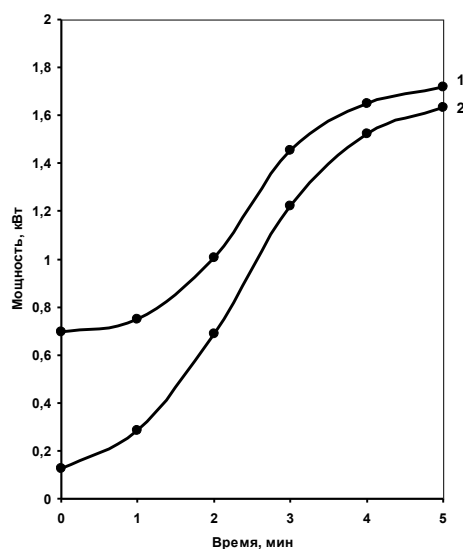


Рис. 3

При реализации высокочастотного нагрева изменение активной составляющей мощности позволяет предположить, что причиной является рассогласование системы генератор – нагрузка в результате изменения диэлектрических свойств обрабатываемого материала под воздействием температуры.

Установлено также, что для полного протекания процесса желирования ПВХ-пластизоля в ВЧ-поле достаточно 6...12 с для получения пленок толщиной от 0,5 до 3 мм. Сравнение результатов устойчивости образцов к действию разрывных нагрузок показало, что для пленок ПВХ-пластиката, прошедших ВЧ-обработку, этот показатель оказался выше на 150%, по сравнению с образцами, полученными при ИК-обработке, и на 270% – при конвективном нагреве. Такие результаты можно объяснить более полным и равномерным протеканием процесса желирования по объему и особенностями распределения температуры по сечению обрабатываемых в ВЧ-поле изделиях из ПВХ.

ВЫВОДЫ

1. Приведена зависимость температуры пакета ПВХ-пленок от длительности его экспозиции в ВЧ-поле.

2. Показана зависимость мощности, выделяющейся в полимерном материале, от температуры обработки.

3. Определены оптимальные параметры протекания процесса желирования ПВХ-пластизоля в поле токов высокой частоты и определены качественные показатели получаемых пленок.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. №1352244 (СССР). – Оpubл. 1987. Бюл. № 42.

2. *А.В. Лыков*. Тепло- и массообмен в процессах сушки. –М.: Изд-во Гос.энерг., 1956. С.464.

3. Analogrechengengerat fur eine Messapparatur zur Leistungsmessung einpoliger hochfrequenter Entladungen // *Mathematika-Physika*, spis – 2, 1965.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 02.10.08.