

УДК 678.027

**РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ
ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ПОЛЕ ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

**CALCULATION OF SPECIFIC POWER
FOR THE PROCESSES OF TEXTILE MATERIALS TREATMENT
IN HIGH HIG FREQUENCY CURRENT FIELD**

О.Г. ЦИРКИНА, А.Л. НИКИФОРОВ
O.G. TSIRKINA, A.L. NIKIFOROV

**(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт,
Ивановский государственный химико-технологический университет)**
**(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute;
Ivanovo State University of Chemistry and Technology)**
E-mail: ogtsirkina@mail.ru; anikiforoff@list.ru)

Выявлены основные закономерности изменения энергетического фактора – удельной тепловой мощности в ходе обработки текстильных полотен в отделочном производстве и в процессе получения полимерно-тканевых материалов с использованием в качестве источника нагрева энергии поля токов высокой частоты (ТВЧ). Предложена универсальная методика оценки влияния энергетического фактора и электрофизических характеристик текстильных материалов на эффективность их нагрева в ВЧ-поле.

Basic rules of the change of energy factor – specific thermal power in the process of treatment of textile materials in treatment industry and in the process of making polymeric fabric materials using the current field power of high frequency have been established. The universal technique of assessment the influence of an energy factor and textile materials electric and physical characteristics on efficiency of their heating in the high frequency field has been offered.

Ключевые слова: поле токов высокой частоты, удельная мощность, текстильный материал, полимерное пленочное покрытие.

Keywords: high frequency field, specific power, a textile material, polymeric film covering.

В ранее проведенных исследованиях [1...3], показано изменение температуры полимерного материала во времени для процессов ТВЧ-нагрева модельных диэлектриков, а также выявлена зависимость мощности, поглощаемой нагрузкой, от температуры материала для согласованной и несогласованной системы ВЧ-генератор – аппликатор.

Цель данного этапа работы заключается в выявлении основных закономерностей изменения энергетического фактора – удельной тепловой мощности – в ходе проведения химико-текстильных процессов в условиях отделочного производства и при получении полимерно-тканевых материалов.

Переходя от модельных диэлектриков к реальным полимерным материалам и технологическим составам, применяемым в отделочном производстве и для получения тканей с пленочным покрытием, произведен расчет удельной мощности для различных временных этапов обработки в поле ТВЧ.

На рис.1 приведены кривые, характеризующие изменение мощности при ВЧ-обработке целлюлозных материалов с начальным влагосодержанием 90%. По-

скольку растворы являются водными, то в качестве примера рассмотрено изменение мощности для образцов целлюлозосодержащих тканей: 1 и 1' – авизент, пропитанный раствором активного ярко-красного СТ и водой; 2 и 2' – миткаль, пропитанный раствором активного ярко-красного СТ и водой соответственно.

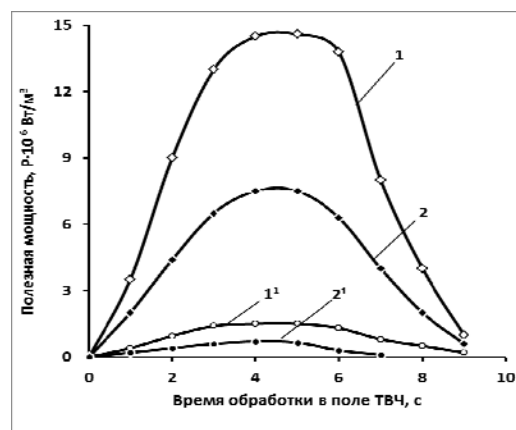


Рис. 1

Из хода кривых видно, каким образом изменяется величина удельной мощности в процессе ВЧ-обработки тканей.

В случае использования технологических растворов с высоким содержанием электролитов (в данном случае, красиль-

ного раствора) удельная мощность выше, в сравнении с мокроотжатой тканью. Кроме того, разогрев материала идет с большей скоростью, и для полного удаления влаги требуется меньшее время, поэтому ниспадающая ветвь кривых для тканей, оплюсованных красильным раствором, смещается влево и соответствует полному высыханию материала. Из хода представленных зависимостей также следует, что чем больше поверхностная плотность и толщина ткани, тем выше значение $P_{уд}$. Представленные данные полностью коррелируют с полученными при изучении диэлектрических характеристик целлюлозосодержащих материалов величинами [4]. В силу того, что величины $tg\delta$ и ϵ напечатанных и пропитанных растворами аппретов целлюлозосодержащих тканей имеют тот же порядок, что и в крашении, изменение мощности при реализации указанных процессов идет аналогичным образом.

На наш взгляд, также представляет интерес выявление особенностей изменения энергетики процесса при получении текстильных материалов с полимерным пленочным покрытием. На сегодняшний день наиболее популярным полимером для получения подобных материалов 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. Поэтому одним из важнейших параметров, определяющих качество получаемых изделий, как и в предыдущих случаях, является температура в зоне обработки.

При реализации ВЧ-технологии получение таких композитов реализовано по схеме: приготовление ПВХ-пластизоля, его нанесение на поверхность текстильного полотна, последующая тепловая обработка в поле ТВЧ.

В идеальной системе вся подводимая к материалу мощность должна идти на его разогрев. В реальных условиях полученные кинетические кривые нагрева прояв-

ляют более сложную зависимость, чем ожидающиеся монотонные выпуклые зависимости, характерные для постоянных условий теплообмена и мощности нагрева. Для объяснения причин происходящих изменений проведены измерения температуры нагреваемых полимерно-тканевых образцов за различный период времени. Как было отмечено ранее [2], пропорционально росту температуры увеличивается и мощность. В данном случае также имеет место незначительное возрастание мощности в начальный период нагрева (до 6 с), а в ходе последующей обработки мощность значительно увеличивается. Идущая на нагрев образца мощность была рассчитана на основе перепада температур по толщине обрабатываемого материала и его теплофизических свойств.

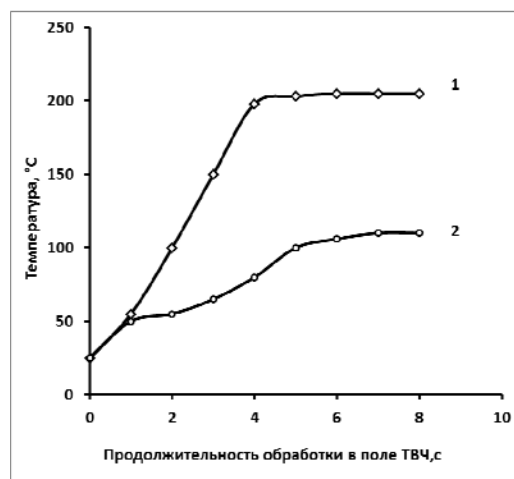


Рис. 2

На рис. 2 приведены зависимости изменения температуры образца в процессе высокочастотной обработки на его оси (кривая 1) и поверхности (кривая 2) при получении полимерно-тканевых материалов. Отмечено, что в представленном случае разогрев материала идет с большей скоростью, нежели при ВЧ-обработке ПВХ-пленок. Данный факт является закономерным вследствие того, что за счет ткани толщина образца увеличивается практически в 2 раза.

Используя уравнение непрерывности теплового потока, размеры образца и кинетические кривые нагрева, рассчитана мощность, выделяющаяся в материале, в

зависимости от продолжительности ВЧ-нагрева при реализации процесса желирования.

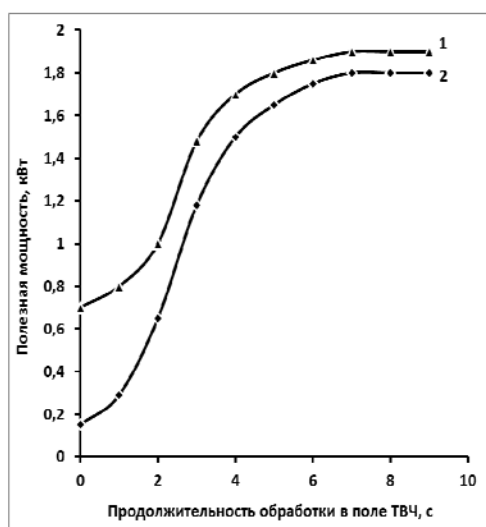


Рис. 3

На рис. 3 представлены экспериментальные (кривая 1) и расчетные (кривая 2) величины полезной мощности при реализации процесса ВЧ-желирования ПВХ-пластизоля. Следует отметить, что характер кривых одинаков, но имеет место отличие в абсолютных величинах, что связано с неучтенными потерями энергии ВЧ-поля в паразитных емкостях аппликатора.

Полученные данные использованы для расчета параметров и создания экспериментального ВЧ-оборудования для непрерывной обработки плоских диэлектриков, в том числе и текстильных полотен.

Необходимо отметить, что на основе полученных ранее математических моделей для расчета величины диэлектрических потерь материала [5] разработана универсальная методика оценки влияния энергетического фактора, параметров внешнего электромагнитного поля и электрофизических характеристик текстильных материалов на эффективность их нагрева в поле ТВЧ.

В качестве примера на рис.4 приведены корреляционные зависимости величин удельной мощности ($P_{уд}$) и диэлектрических показателей ($tg\delta$) хлопчатобумажной ткани бязь для различных этапов отделки:

1 – для мерсеризации, 2 – для крашения, 3 – для малосминаемой отделки. Предложенная методика позволяет с помощью прикладных программ "Анализ данных", входящих в MS Excel-2003, выдать прогноз по величине $tg\delta$ и быстро рассчитать значение удельной мощности, выделяющейся в материале в виде тепла.

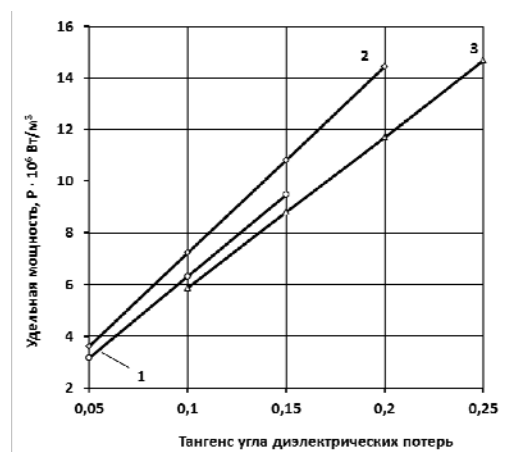


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. На основе экспериментально полученных данных изучена кинетика нагрева полимерных материалов в поле токов высокой частоты. Выявлена корреляционная зависимость между температурой и удельной мощностью, выделяющейся в обрабатываемом материале в виде тепла, от времени его обработки в поле ТВЧ.

2. Отмечено, что максимальная скорость нагрева до рабочей температуры имеет место в процессах обработки мокротканых тканей, пропитанных технологическими растворами, содержащими в своем составе электролиты. При этом в объеме материала выделяется мощность, достаточная для его эффективного нагрева и реализации соответствующего химико-текстильного процесса.

3. Разработана универсальная методика оценки влияния энергетического фактора и электрофизических характеристик текстильных материалов на эффективность их нагрева в поле токов высокой частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кулыгин Ю.Н., Циркина О.Г., Никифоров А.Л.* Особенности энергетики технологических процессов облагораживания целлюлозосодержащих тканей в ВЧ/СВЧ-полях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С.57...60.

2. *Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Удалов М.В.* О согласовании системы "источник ВЧ/СВЧ-излучения – нагрузка" при реализации процессов диэлектрического нагрева полимерных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №6. С.60...63.

3. *Мельников Б.Н.* Современные проблемы текстильной химии // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2008. Т.51, №6. С.3...14.

4. *Циркина О.Г., Никифоров А.Л.* Комплексная оценка диэлектрических характеристик текстильных материалов с целью определения энергетически выгодного режима их обработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 6. С.85...88.

5. *Циркина О.Г., Ермолаев М.Б., Никифоров А.Л.* Кластерный анализ диэлектрических характеристик целлюлозосодержащих материалов при реализации процессов колорирования с использованием нагрева в поле ТВЧ // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2012. Т.17, №3. С.113...115.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 04.06.13.
