

А. Н. Полосин, доц., канд. техн. наук;
К. А. Ворожбянов, магистрант
(СПбГТИ(ТУ), г. Санкт-Петербург)

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПОЛИМЕРНЫХ УПАКОВОК, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ ТЕРМОФОРМОВАНИЯ

Целью производства полимерных упаковок (ПУ) для лекарственных препаратов и пищевых продуктов является изготовление высококачественных изделий, гарантирующих сохранность упакованной продукции без снижения ее потребительских свойств. Потребители предъявляют жесткие требования к прочности и барьерным характеристикам (паро-, кислородопроницаемости) ПУ, которые зависят от разнотолщинности (РТ) их стенок. Сложность управления качеством ПУ обусловлена многообразием их конфигураций и геометрических параметров, типов формуемых полимерных материалов (ПМ), способов термоформования (ТФ), неполнотой информации, вызванной, в частности, наличием только периодического контроля толщины и РТ, проводимого технологом. Поэтому актуальна разработка программного комплекса (ПК), позволяющего на базе математических моделей (ММ) ТФ решать задачи исследования и управления качеством многоассортиментных ПУ. Реализация ПК в виде web-приложения позволяет повысить скорость вычислений, обеспечить многопользовательский режим, упростить и снизить стоимость решения задач для пользователей за счет применения менее мощных компьютеров («тонких» клиентов) и отсутствия дополнительного программного обеспечения.

Web-приложение включает клиентскую и серверную подсистемы. Клиентская подсистема содержит интерфейсы формовщика и администратора, доступ к которым обеспечивается с помощью модуля авторизации. Серверная подсистема включает вычислительный блок (ВБ), блок визуализации результатов (БВР), банк данных характеристик процессов ТФ (БнД), базу данных учетных записей пользователей. В состав ВБ входят модуль структурно-параметрического синтеза ММ ТФ, взаимодействующий с библиотеками ММ стадий нагрева и формования и методов решения уравнений ММ, модули расчета полей параметров состояния (температуры, деформаций, скоростей деформаций, напряжений) ПМ на стадиях, профиля толщины стенок, средней толщины, индекса РТ и проницаемости ПУ [1]. БВР позволяет отобразить результаты в виде 3D модели заготовки с цветовой визуализацией (ЦВ) поля температуры в различные моменты времени

нагрева и 3D модели ПУ с ЦВ профиля толщины, 3D графиков полей параметров состояния (рис. 1), 2D графика профиля толщины, 3D графиков зависимостей характеристик качества от режимных параметров. БД включает базы данных ПУ, ПМ, способов нагрева и формования, оборудования (зажимных рам, нагревателей, формирующих инструментов), регламентных диапазонов режимных параметров и позволяет перенастраивать приложение на различные характеристики процесса.

Используя соответствующий интерфейс на клиентской рабочей станции, формовщик задает тип ПУ, определяемый ее геометрическими характеристиками и типом ПМ, способ ТФ. Задание передается на web-сервер, на котором из БД формируются характеристики (толщина, параметры свойств) ПМ, типы и параметры элементов агрегата для ТФ, набор режимных параметров (например, температуры зон нагревателей, время нагрева, скорость пуансона при механоформовании с предварительным ДДР нагревом) и диапазоны их варьирования. В зависимости от способа ТФ и конфигурации ПУ из библиотеки ММ стадий формируется система алгебродифференциальных уравнений (уравнения балансов, непрерывности деформаций, состояния ПМ) и краевых условий ММ процесса, для которой выбираются методы решения и формируется вычислительный алгоритм с автоматическим поиском устойчивых шагов расчета.

Тестирование web-приложения по данным ТФ пленок, листов из ПС и поливинилхлорида при изготовлении ПУ различных конфигураций с использованием разных способов нагрева и формования подтвердило его работоспособность в качестве инструмента анализа причинно-следственных связей в объекте и выбора режимов ТФ, обеспечивающих заданное или наилучшее (например, по РТ) качество ПУ.

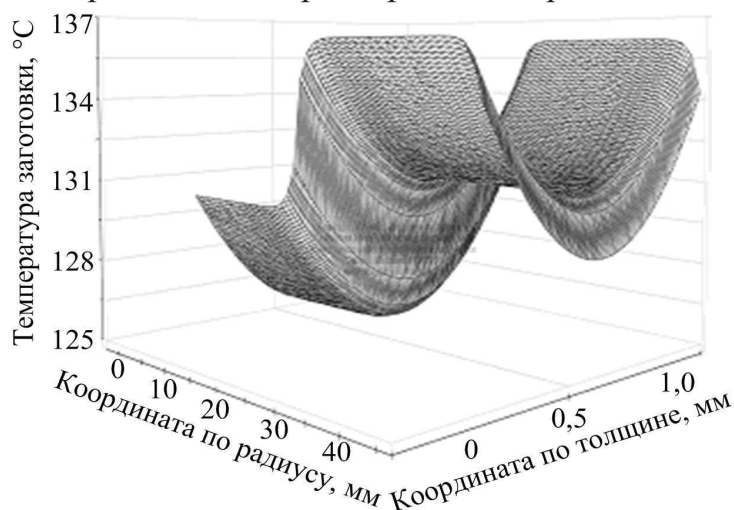


Рисунок 1 - Поле температуры листа из полистирола (ПС) в конце нагрева (способ нагрева – двухзонный двухсторонний радиационный (ДДР))

ЛИТЕРАТУРА

1 Чистякова, Т.Б. ММ процесса механического ТФ для управления качеством полимерных изделий / Т.Б. Чистякова, А.Н. Полосин, Е.В. Кузьменков // Химическая технология. 2011. № 11. С. 693-702.