

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 681.5:678.023.1

Симогостицкий
Александр Александрович

Система автоматизированного управления технологическими процессами
формования пластиковых деталей

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 02 Системный анализ, управление и обработка
информации

Научный руководитель
Маковский Андрей Леонидович
кандидат технических наук, доцент

Минск 2018

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Вопросы обработки пластика в наши дни очень актуальны. Обработка пластика осуществляется различными методами и одним из самых востребованных является метод вакуумного формования. Тема обработки пластика методом вакуумного формования очень актуальна, так как существует ряд нерешенных вопросов, связанных с этой темой. Важным вопросом является эффективность метода вакуумного формования, как и самого технологического процесса, который требует оптимального и результативного управления.

Разработка системы управления технологическим процессом является весьма актуальной задачей. Данный факт выявляется, когда проводится параллель с оценкой современного состояния задачи по реализации системы управления технологическим процессом вакуумного формования. Анализ существующих систем управления позволил оценить и выделить их недостатки. На основании полученных данных можно сделать вывод что современные системы управления требуют модернизации и совершенствования, как и сам технологический процесс. Более совершенный технологический процесс уменьшает производственные затраты и увеличивает производительность.

Изучение технологического процесса позволяет выделить основные параметры необходимые для разработки алгоритмов работы системы управления и программного обеспечения, а также построения и изучения моделей реального процесса, существующих объектов и явлений с целью получения оптимальных показателей и характеристик всей системы управления технологическим процессом вакуумного формования.

Целью данной работы является исследование, разработка и моделирование технологических процессов формования пластиковых деталей с целью оптимизации затрат на производство и достижение стабильных качественных характеристик на основании проводимых исследований.

Построение множества моделей поможет найти приемлемое решение по вопросам оптимальности системы управления, позволит ответить на вопросы выбора решения из множества допустимых, при заданных условиях. В частности, чему будет равен, при выбранном решении критерий эффективности системы управления.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цели и задачи исследования. Цели исследования является разработка системы управления технологическим процессом вакуумного формования пластиковых деталей. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- создание программы оптимизации цикла формования;
- разработка алгоритмов технологического процесса формования пластиковых деталей;
- оптимизация системы и определения коэффициентов настроек управления устройства для получения стабильных качественных характеристик готовой продукции;
- оценка эффективности и надёжности разрабатываемой системы управления.
- математическое описание объекта управления как звена системы автоматического управления;
- анализ различных структур систем управления, разработка структуры системы с точки зрения качества управляемого процесса для получения продукции с заданными параметрами;
- исследование технологического процесса и разработка методики эксперимента для получения данных;
- анализ и исследование характеристик устройства контроля основных параметров устройства
- моделирование процессов управления и их анализ.

Новизна полученных результатов.

1. Предложена методика анализа сложности пресс-формы на основании ее модели, позволяющая осуществлять автоматическую установку температуры в каждой зоне регулирования.
2. Разработан способ регулирования температуры на большой площади и в нескольких десятках зон при обработке разного типа термопластичных материалов с различными характеристиками.
3. Исследованы современные системы управления и на основании данных исследований предложены способы улучшения характеристик системы управления технологическим процессом формования пластиковых деталей.
4. Разработана система управления технологическим процессом формования пластиковых деталей.

Положения, выносимые на защиту.

1. Моделирование системы зонного регулирования температуры позволило найти оптимальные параметры системы, при которых увеличилась эффективность нагрева отдельных зон листа пластика. Создание отдельных моделей, объединенных в одну систему, позволило максимально точно отразить поведение каждого отдельного объекта в системе при моделировании технологического процесса вакуумного формования.

2. Разработка системы управления технологическим процессом вакуумного формования пластиковых деталей позволила снизить энергетические затраты по сравнению с аналогичными системами. Позволила создать оптимальные условия для производства пластиковых деталей из листов большой площади на нестандартном вакуумно-формовочном оборудовании.

Апробация результатов диссертации. На основании результатов диссертации была создана система управления вакуумно-формовочной машиной с зонным регулированием температуры, разработаны алгоритмы работы системы управления и на их основании создано программное обеспечение. На данной вакуум-формовочной машине выпущена партия крупногабаритных цельных панелей для навесов сети автозаправочных комплексов «Роснефть», которые соответствуют всем требованиям заказчика к качеству.

Опубликованность результатов исследования. По материалам диссертации опубликована научная статья в рецензируемом научном журнале. Количество и объем публикаций соответствует пункту 1.4 Положения о диссертации на соискание степени магистра.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общие характеристики работы, трёх глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

Во введении показана актуальность темы диссертационной работы, дается обоснование круга рассмотренных вопросов. В первой главе проведён анализ существующих технических решений в системах управления технологическим процессом вакуумного формования пластиковых деталей, проведен обзор существующих методов формования термопластичных материалов. Во второй главе исследуются технологический процесс вакуумного формования, характеристика процесса, технологические параметры, влияние состава пластика на процесс формования, контроль температуры и основные проблемы при реализации автоматического управления процессом формования. В третьей главе решаются задачи моделирования системы зонного регулирования температуры. Разрабатываются алгоритмы работы системы управления и программное обеспечение. В приложениях приведены параметры системы зонного регулирования температуры пластика, алгоритмы работы системы управления вакуумно-формовочной машиной и алгоритм системы зонного регулирования температуры, программное обеспечение вакуумно-формовочной машины. Общий объем диссертации составляет 104 страницы. В том числе: 80 страниц основного текста, 41 рисунок, 3 таблицы, расположенные в тексте диссертации, список использованных источников, насчитывающей 36 наименований на 3 страницах, а также приложения на 10 страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность темы, дано обоснование необходимости разработки системы управления технологическим процессом вакуумного формования пластиковых деталей. Приведены цели и задачи диссертационной работы.

В первой главе были рассмотрены существующие методы обработки термопластичных материалов. Анализ самых распространенных позволил выделить многие достоинства и недостатки того или иного метода. А также позволил определить несколько критериев выбора оптимально подходящего метода для производства габаритных пластиковых деталей. На основании данного анализа можно сделать вывод, что метод вакуумного формования пластика имеет существенные преимущества по сравнению с другими методами. Данными преимуществами являются:

- возможность переработки многослойных и вспененных материалов;
- формование с предварительно нанесенной на лист пластика печатью или плёнкой;
- возможность переработки тонких листов пластика;
- производство габаритных деталей;
- быстрая переналадка;
- высокая производительность;
- высокая рентабельность при мелкосерийном производстве;
- меньшие затраты на изготовление пресс-форм и низкая стоимость вакуум-формовочного оборудования, по сравнению с другими методами;
- невысокая сложность технологического процесса.

В данной главе так же произведен обзор вакуум-формовочных машин различных видов и модификаций. Представлена вакуум-формовочная машина компании GEISS AG, которая считается самой совершенной машиной в своем классе на данное время, а также вакуум-формовочная машина компании VDS. Вакуум-формовочная машина VDSPVF6020 отличается по классу от DU 3000x2000, но, не смотря на своё несовершенство, имеет ряд преимуществ перед ВФМ компании GEISS AG. Основным достоинством данной машины являются размеры формуемой детали. Площадь отформованной детали составляет 12м², этот показатель в два раза больше, чем в DU 3000x2000. Машина является нестандартным оборудованием и такого размера детали методом вакуумного формования пока не выпускаются в Европе, Ближнем и Среднем Востоке. Во второй главе исследуются технологический процесс вакуумного формования, характеристика процесса, технологические параметры, влияние состава пластика на процесс формования, контроль температуры и основные проблемы при реализации автоматического управления процессом формования.

В третьей главе решаются задачи моделирования системы зонного регулирования температуры. Разрабатываются алгоритмы работы системы управления и программное обеспечение. Моделируется часть системы зонного регулирования температуры и рассчитываются основные её параметры.

Модель представляет собой нагревательный элемент и часть пластика, который находится непосредственно под нагревателем. В качестве пластика используется лист полиметилметакрилата.

Процесс моделирования позволил получить большое количество различных вариантов поведения системы нагрева при формовании разного вида термопластов, а анализ этих данных позволил определить оптимальные параметры всей системы.

Произведен сравнительный анализ двух аналогичных систем: системы зонного регулирования температуры и системы без обратной связи. Явными преимуществами системы зонного регулирования температуры являются:

- контроль температуры пластика во всех зонах;
- поддержание необходимой температуры в зоне;
- быстрое реагирование на внешние возмущающие факторы;
- компенсация теплопотерь;
- сбережение электроэнергии, в следствие непостоянного нагрева;
- увеличение срока службы нагревательных элементов, за счет плавного регулирования температуры;
- снижение вероятности брака;
- формование сложных деталей;
- увеличение срока службы пресс-форм при отсутствии их перегрева;
- отсутствие необходимости контроля температуры оператором;
- возможность установки системы зонного регулирования на любое вакуум-формовочное оборудование с минимальными конструктивными изменениями;
- возможность дальнейшей модернизации системы, установленной на оборудовании.

Система зонного регулирования температуры, как и система управления технологическим процессом формования пластиковых деталей находится в процессе постоянной модернизации и совершенствования. Детальное изучение основных проблем в данной теме позволяет модифицировать и улучшать алгоритмы управления, тем самым совершенствуя систему управления.

На основании изученного материала по технологическому процессу вакуумного формования пластиковых деталей, а также имеющихся технических решений были разработаны алгоритмы работы системы управления вакуум-формовочной машиной и зонным регулированием температуры. На основании данных алгоритмов было создано программное обеспечение VDSCNC на базе

операционной системы Windows 7 и программа системы зонного регулирования температуры для контроллеров ATmega2560. На основе практического использования данного программного продукта можно сказать о ряде преимуществ:

- отсутствие необходимости стороннего обслуживания;
- модернизация и оптимизация программ выполняется на основании практического применения в условиях производства;
- отсутствие затрат на разработку программного обеспечения сторонними организациями;
- оптимальность критериев управления для конкретного производства;
- возможность изменения программы согласно требованиям производственного процесса.

В приложениях приведены параметры системы зонного регулирования температуры пластика, алгоритмы работы системы управления вакуумно-формовочной машиной и алгоритм системы зонного регулирования температуры, программное обеспечение вакуумно-формовочной машины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены вопросы обработки пластика методом вакуумного формования. Анализ существующих методов обработки позволил выделить критерии выбора метода обработки. Самым главным критерием являются требования, предъявляемые к конечному продукту. Рассматриваемый метод вакуумного формования очень распространен и является одним из ключевых методов обработки пластика, поэтому тема обработки пластика данным методом очень актуальна. В результате были решены ряд вопросов, один из которых создание системы управления технологическим процессом формования.

Разработка системы управления техпроцессом является актуальной задачей. Анализ существующих систем управления позволил оценить и выделить их достоинства и недостатки. На основании полученных данных выявлено, что современные системы управления требуют модернизации и совершенствования, как и сам технологический процесс.

Более совершенный технологический процесс производства имеет ряд преимуществ, которые положительно сказываются как на производительности, затратах и природных ресурсах. Поэтому совершенствование технологического процесса обработки играет немаловажную роль в данном вопросе, так как способствует уменьшению отходов пластика.

В результате проделанной работы проведены исследования техпроцесса, разработан и смоделирован технологический процесс формования пластика с

оптимизированными затратами на производство и стабильными качественными характеристиками.

В результате моделирования:

- созданы отдельные объекты, такие как пластик и нагреватель, объединённые в систему с заданными свойствами;
- определены последствия воздействия на лист пластика внешних возмущающих факторов;
- произведен анализ эффективности управления объектом.

Построение множества моделей позволило найти приемлемое решение по вопросам оптимальности системы управления, позволило ответить на вопросы выбора решения из множества допустимых, при заданных условиях. Для успешного раскрытия данной темы решены следующие задачи:

- произведено математическое описание объекта управления как звена системы автоматического управления;
- проведен анализ различных структур систем управления, разработана структура системы с точки зрения качества управляемого процесса для получения продукции с заданными параметрами;
- оптимизирована система управления техпроцессом и определены коэффициенты управления для получения стабильных качественных характеристик готовой продукции;
- исследован технологический процесс и разработана методика эксперимента для получения данных;
- проведено исследование и разработаны алгоритмы технологического процесса формовки пластика;
- произведена оценка эффективности и надёжности разрабатываемой системы управления.

На основании анализа различных методов обработки пластика можно сделать вывод, что метод вакуумного формования имеет существенные преимущества по сравнению с другими методами. Данными преимуществами являются:

- возможность переработки многослойных и вспененных материалов;
- формование с предварительно нанесенной на лист пластика печатью или плёнкой;
- возможность переработки тонких листов пластика;
- производство габаритных деталей;
- высокая рентабельность при мелкосерийном производстве.

Представленная в данной работе вакуум-формовочная машина VDSPVF6020 имеет несколько преимуществ перед аналогичными машинами других производителей. Основным достоинством данной машины являются размеры формуемой детали, которая занимает площадь 12м². VDSPVF6020

является нестандартным оборудованием и такого размера детали методом вакуумного формования пока не выпускаются в Европе, Ближнем и Среднем Востоке. Также данная вакуум-формовочная машина оснащена системой зонного регулирования температуры, которая является основой всей системы управления и играет важное значение в технологическом процессе вакуумного формования термопластов.

Изучены современные методы и способы контроля температуры пластика при вакуумном формовании. Установлено что важную роль играет процесс оптимального нагрева и охлаждения пластика, а также контроль параметров не только в пределах вакуумной камеры, но и в каждой зоне нагревательного элемента.

На основании полученной информации выделены основные трудности при реализации автоматизированного управления процессом вакуумного формования пластика и определены ключевые параметры, необходимые для моделирования системы зонного регулирования температуры. Модель представляет собой нагревательный элемент и часть пластика, который находится непосредственно под нагревателем. Процесс моделирования позволил получить большое количество различных вариантов поведения системы нагрева при формовании разного вида термопластов, а анализ этих данных позволил определить оптимальные параметры всей системы. Так же произведен сравнительный анализ системы зонного регулирования температуры с обратной связью и без обратной связи.

Система зонного регулирования температуры, как и система управления технологическим процессом формования пластиковых деталей находится в процессе постоянной модернизации и совершенствования. Детальное изучение основных проблем в данной теме позволяет модифицировать и улучшать алгоритмы управления, тем самым совершенствуя систему управления.

На основании изученного материала по технологическому процессу вакуумного формования пластиковых деталей были разработаны алгоритмы работы системы управления вакуум-формовочной машиной и зонным регулированием температуры. На основании данных алгоритмов было создано программное обеспечение VDSCNC на базе операционной системы Windows 7 и программа системы зонного регулирования температуры для контроллеров ATmega2560. На основе практического использования данного программного продукта можно сказать о ряде преимуществ:

- отсутствие необходимости стороннего обслуживания;
- модернизация и оптимизация программ выполняется на основании практического применения в условиях производства;
- отсутствие затрат на разработку программного обеспечения сторонними организациями;

– оптимальность критериев управления для конкретного производства.

Подводя итоги проделанной работы можно с уверенностью сказать, что поставленные задачи были решены. Разработана и внедрена система автоматизированного управления технологическим процессом формовки пластиковых деталей. Кроме того, на основании алгоритмов управления создано программное обеспечение, что позволило улучшить производительность ранее спроектированной и внедренной в производственный процесс вакуум-формовочной машины VDSPVF6020. Разработка системы управления позволила снизить затраты. А модернизация вакуум-формовочной машины VDSPVF6020 позволила в целом занять рынок в странах СНГ по производству крупногабаритных корпусов для различного оборудования.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Симогостицкий, А.А. Основные виды термопластичных полимеров. Влияние их свойств и характеристик на процесс вакуумного формования / А.А. Симогостицкий // Молодой ученый – 2017. – №48. – С.48–51.