

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Чжо Аунг Хтета «Разработка и исследование взаимосвязанной системы управления процессом формования профильных изделий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

### Актуальность темы.

Актуальность избранной диссертантом темы довольно высока. Это обусловлено тем, что создание эффективной системы управления процессом формования профиля изделий двойной кривизны за счет использования возможной пластической деформации металла при обеспечении заданной точности профиля позволит сократить затраты на механообработку. Большинство работ в области высокотемпературной многоточечной формовки посвящены вопросам технической реализации установок многоточечной формовки плоских панелей, а вопросы, связанные с особенностями построения систем управления многодвигательной системой приводов линейных перемещений, остались недостаточно освещенными.

Тема и содержание диссертации Чжо Аунг Хтета, посвященной вопросам, связанным с особенностями построения систем управления многодвигательной системой приводов линейных перемещений, соответствуют научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

### Новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертации можно охарактеризовать следующими положениями:

- разработанной математической модели многоточечной взаимосвязанной системы управления формованием профильных деталей, учитывающей свойство формуемого материала, что в конечном итоге обеспечит повышение качества формируемых изделий;

- результатами исследования взаимовлияния электромеханических модулей через общий объект управления, позволившими выявить наиболее значимый диапазон изменения усилий взаимосвязи;

- разработанными нечеткими алгоритмами управления многоточечной взаимосвязанной системы формования профильных изделий, позволившими существенно ослабить взаимовлияние локальных приводов друг на друга.

### **Оценка структуры и содержания диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения, изложенных на 104 страницах машинописного текста, списка литературы из 63 наименований. В работе содержится 53 рисунка и 5 таблиц.

**Во введении** обоснована актуальность темы исследований, определены объект и предмет исследования, сформулированы общая цель и задачи исследования, научная новизна и практическая ценность работы.

**В первой главе** представлен критический анализ имеющихся технических решений реализации силовой части системы формирования профильных изделий. Проанализированы варианты построения систем управления формированием профильных изделий, рассмотрены особенности математического аппарата описания процесса формообразования. Сделаны выводы по главе, формирующие задачи дальнейших исследований.

**Вторая глава** посвящена разработке математической модели объекта системы управления процессом многоточечного формированием профильных изделий, уточнению структурных связей многоточечной системы управления формированием профильных изделий, оценке степени взаимосвязанности между локальными системами электроприводов. Автором предложен подход в описании объекта управления, учитывающий связь между основными параметрами формируемого материала и параметрами локального привода линейных перемещений.

**В третьей главе** рассмотрены вопросы создания математической модели интеллектуальной многоточечной взаимосвязанной системы управления процессом формования профильных изделий, разработки базы правил регуляторов этой системы управления, моделирования нечеткой взаимосвязанной системы управления. Особенностью материала данной главы является то, что диссертант задачу компенсации взаимовлияния между локальными электроприводами линейных перемещений перенес в область нечеткого управления.

**В четвертой главе** для проверки адекватности разработанных математических моделей и подтверждения работоспособности предложенного нечеткого алгоритма управления взаимосвязанной системой управления процессом высокотемпературной многоточечной формовки было проведено его экспериментальное исследование на

физическом макете. Результаты исследования подтвердили введенные теоретические положения.

Таким образом, основная цель - разработка перспективных технических решений по созданию интеллектуальной системы управления процессом высокотемпературной многоточечной формовки, автором была достигнута.

К наиболее существенным и принципиально новым научным результатам, полученным в работе, следует отнести следующее:

1. Разработку математического описания процесса формования как объекта силового воздействия электромеханического модуля, отличительной особенностью которого является возможность учета в усилении нагрузки, воздействующей на вал двигателя, как размеров формуемого материала, так и свойств материала (модуля пластичности, пруженения).

2. Создание имитационной модели трехточечного узла формования листового материала, позволяющего оценить взаимовлияние локальных электромеханических модулей в процессе формования, а также выявить влияние свойств материала на процесс формования.

3. Результаты конечно-элементного анализа в среде Femap системы управления процессом многоточечного формования, позволившие выявить, что наиболее высокий коэффициент взаимосвязи локальных электромеханических модулей с электромеханическим модулем, осуществляющим основное формирующее воздействие, принадлежит электромеханическим модулям, располагаемым по вертикали и горизонтали от основного модуля.

4. Предложенную методику настройки нечетких регуляторов скорости и положения локальных электроприводов формирующих стержней, обеспечивающая одновременную реализацию двух функций: компенсацию взаимовлияния между локальными электроприводами при достижении приемлемых результатов позиционирования.

5. Результаты экспериментальных исследований системы управления позиционным электроприводом на физическом макете, подтвердивших адекватность теоретических расчетов, полученных на математических моделях.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений**

Степень обоснованности научных положений, выводов, и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается

корректным применением теории упругости и пластичности, теории управления, теории электропривода, методов и подходов, базирующиеся на использовании аппарата нечеткой логики и соответствующим обоснованием полученных результатов исследования.

### **Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций**

Результаты работы вносят значительный вклад в расширение теоретических исследований построения взаимосвязанных систем управления процессом многоточечного формования профильных изделий с учетом внутренних свойств материала. Практическая значимость проведенного исследования подтверждается актом внедрения и использования результатов разработок в учебном процессе, приложенным к диссертации.

Научные результаты работы опубликованы в 10 научных статьях, в том числе основные – в 3 статьях из перечня изданий, определенных ВАК, 1 статье, включённой в базу цитирования Scopus.

Анализ публикаций автора позволяет утверждать, что содержание диссертации отражено в них с требуемой Положением ВАК полнотой.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. При сравнительной оценке технических решений, определяющих целесообразность выбора варианта построения системы управления процессом многоточечного формования из рассмотрения, почему был исключен экономический критерий?

2. В работе отсутствуют исследования влияния свойств материала (модуля пластичности, модуля пруженения) на статические и динамические показатели локальных электроприводов перемещения.

3. Отсутствует оценка влияния температурных режимов на процесс работы взаимосвязанной системы.

4. Утверждение о том, что величина взаимовлияния между локальными электроприводами линейных перемещений зависит от скорости перемещения (см. стр. 58) звучит голословно, исследований таких режимов в работе не проведено.

5. В работе присутствуют стилистические и грамматические опiski.

## Заключение

Перечисленные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации и не влияют на научную значимость и полученные результаты исследования. В целом диссертация Чжо Аунг Хтета представляется законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение поставленной научной задачи, имеющей значение для автоматизации и управления процессом формования профильных изделий. Диссертация соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9-11, 13, 14), предъявляемым к кандидатской диссертации в области технических наук, а Чжо Аунг Хтет заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Официальный оппонент

проректор по научной работе и  
инновационной деятельности  
ФГБОУ ВО «Южно-Российский  
государственный  
университет  
М.И. Платова»  
наук, доктор

технический

/Кравченко Олег Александрович/

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.Платова, 346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, E-mail: [rectorat@npi-tu.ru](mailto:rectorat@npi-tu.ru), тел. 8 (86352) 55394