Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Тетерин Виктор Владимирович

Исследование взаимосвязанных позиционных электроприводов с нечетким принципом управления

Направление подготовки
13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Романовская
Инна Анатольевна
Проверено
03.07.2020 Зачтено Библиотека

2020

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель	Кандидат технических наук, доцент кафедры Дерюжкова Нелли Егоровна
Рецензент	Кандидат технических наук, директор учебно-производственного центра, КГА ПОУ «Губернаторский авиастроительный колледж» Киница Олег Игоревич

Защита состоится «29» июня 2020 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Автореферат разослан 23 июня 2020 г.

Секретарь ГЭК А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Крупногабаритные несущие элементы конструкции, образующие сложный аэро- и гидродинамический контур изделий авиа- и судостроения, как правило, являются деталями из высокопрочных материалов, таких как алюминий, сталь или титан, а также имеют большую толщину и сложную пространственную форму. Один из способов изготовления таких деталей – механическая обработка крупногабаритной поковки, а именно фрезеровка детали необходимой формы. Данный способ характеризуется относительной простотой, может иметь множество технологических переходов, в том числе и термообработку, низким коэффициентом использования материала, большой объем которого уходит в стружку. Т.е. в результате процесс изготовления таких деталей фрезеровкой получается долгим и дорогостоящим. Другой метод изготовления крупногабаритных деталей сложной пространственной формы относится к процессам деформирования. Однако обеспечение достаточной точности формообразования крупногабаритных толстостенных деталей двойной кривизны традиционными методами является сложной, а в большинстве случаев, невыполнимой задачей. Разработанные решения изготовления деталей двойной кривизны из крупногабаритных плит путем многоэтапного формообразования (формовка или штамповка) имеют ограничения по прессовому оборудованию, по габаритам и нагрузкам, а также высокой стоимости штампов. Применение реконфигурируемого стержневого пуансона (матрицы) для формообразования подобных деталей является одним из наиболее перспективных решений этой задачи.

Стержни формующей установки имеют электрический привод, поэтому важно исследовать поведения заготовки при многоточечном формовании с целью определения оптимального режима работы привода для обеспечения высокого качества изделий. Здесь важно отметить, что процесс формования

зависит от разного рода факторов: свойств формуемого материала, его температуры, скорости изменения формующего усилия, размеров заготовки и т.д. Именно все эти факторы должна учитывать система управления электропривода стержней для оптимального управления системой многоточечного формования.

Цель работы

Целью работы является разработка системы управления электропривода для многоточечного формования крупногабаритных изделий, для достижения которой необходимо решить следующие поставленные задачи:

1 Сбор информации о предмете исследования, а также поиск существующих технических решений;

2 Исследование процесса формования при различных конфигурациях формующей оснастки;

3 Расчет и выбор элементов системы электропривода формующих стержней;

4 Подбор оптимального принципа управления электропривода формующей установки

5 Разработка и исследование системы управления электроприводом стержневой формовочной установки.

Методы исследований

При исследовании поведения заготовки при различных сценариях формования используется метод конечных элементов (среда FEMAP), позволяющий определить внутренние напряжения в заготовке при формовании. Исходя из предъявляемых требований к системе, осуществляется настройка системы с применением как классических методик (оптимумы), так и с использованием нечеткой логики. В процессе разработки и исследования активно используется компьютерное моделирование (среда MATLAB Simulink).

К защите представляется следующие основные положения:

1 Результаты исследования поведения электромеханических актуаторов, взаимосвязанных посредством формуемой заготовки.

2 Нечеткая многоточечная взаимосвязанная система управления процессом формообразования изделий двойной кривизны.

3 Результаты работы экспериментального макета для апробации теоретических положений.

Научная новизна

Была установлена взаимосвязь между приводами формующих стержней посредством общей заготовки при их одновременном перемещении. В дальнейшем это положение было учтено при реализации нечеткой системы управления процессом формования.

Практическая значимость

Данный материал будет полезен при реализации системы управления электроприводов многоточечного формования, а также при выборе оборудования для данной системы.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы (37 наименования). Материал изложен на 98 страницах, содержит 64 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы общая цель и задачи.

В первой глава проводится краткий обзор существующих способов производства деталей двойной кривизны. Выполняется оценка достоинств и недостатков каждого из решений.

Реконфигурируемые оснастки стержневого типа в основном характеризуются определенными формами матриц и пуансона, стабильно

равные скорости перемещения стрежней не обеспечивают оптимальную скорость формования каждой из точек заготовки, что заставляет использовать многоэтапную формовку с целью обеспечения требуемой точности детали.

Другой подход, с применением реконфигурируемых систем формования, базируется не на геометрической универсальности оснастки, а на оптимальных режимах деформирования деталей, основанных на контроле скорости деформирования в процессе формования, и интенсификации процесса путем нагрева детали.

Во второй главе рассматриваются технологическая схема процесса многоточечной формовки, а также конструктивные особенности и область применения формующей установки. Формируются основные требования к узлам установки. Представлено устройство основного узла – формующего стержня.

В третьей главе проводится исследование процесса формования при различных конфигурациях стержневой матрицы. Так как установка многоточечного формования представляет собой группу матриц, состоящих из набора формующих стержней, каждый из которых имеет привод, то для анализа процесса формования был принят в качестве базового узла – узел трехточечного изгиба. С помощью метода конечных элементов были получены результаты о распределении усилий на формующие стержни (рисунок 1). Подобным образом была рассмотрено распределение усилий по стержням при их матричном расположении. В результате установлено, что совместная работа всех стержней, приводит к увеличению нагрузки на электропривод, и наибольшему воздействию подвержены электроприводы центральных стержней.

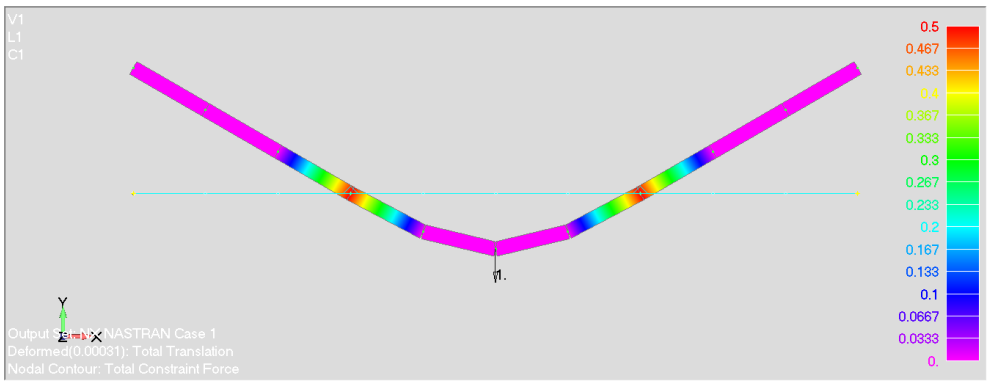


Рисунок 1 – Узел трехточечного изгиба

В четвертой главе был выполнен расчет и выбор элементов системы электроприводов установки: электроцилиндр, сервопривод, преобразователь частоты и элементы защиты.

В пятой главе выполняется разработка системы управления электроприводом формующей установки. Первоначально был выбран алгоритм работы системы исходя из требований и проведенных исследований. Было принято решение о применении нечеткой логики. Реализуется нечеткая система управления взаимосвязанным сервоприводом формующей установки. Структурная схема системы управления индивидуальным сервоприводом представлена на рисунке 2.

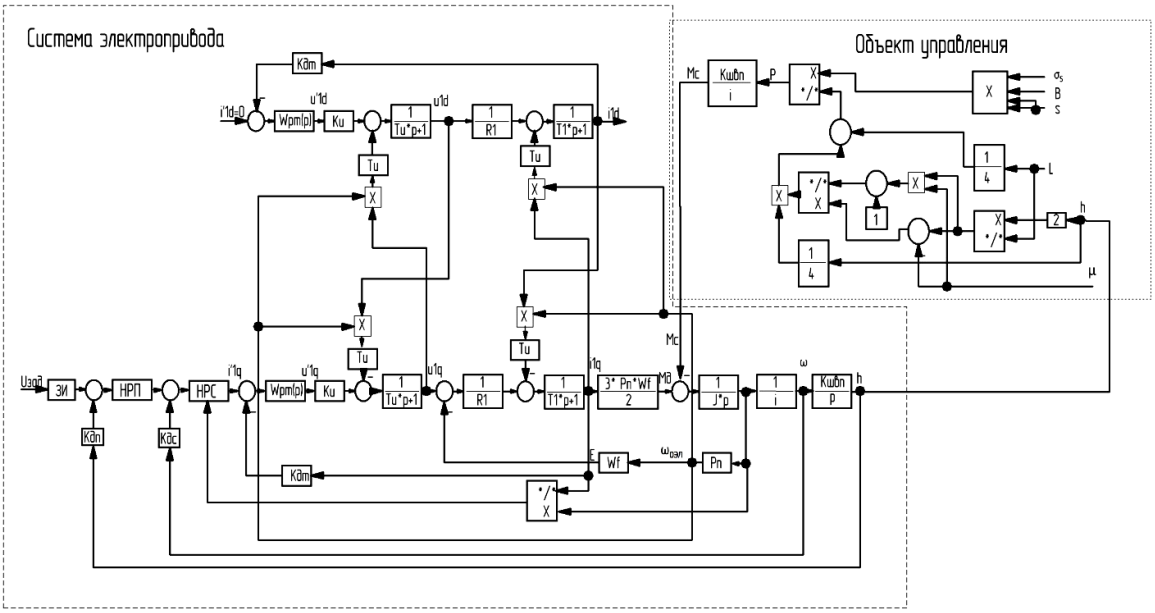
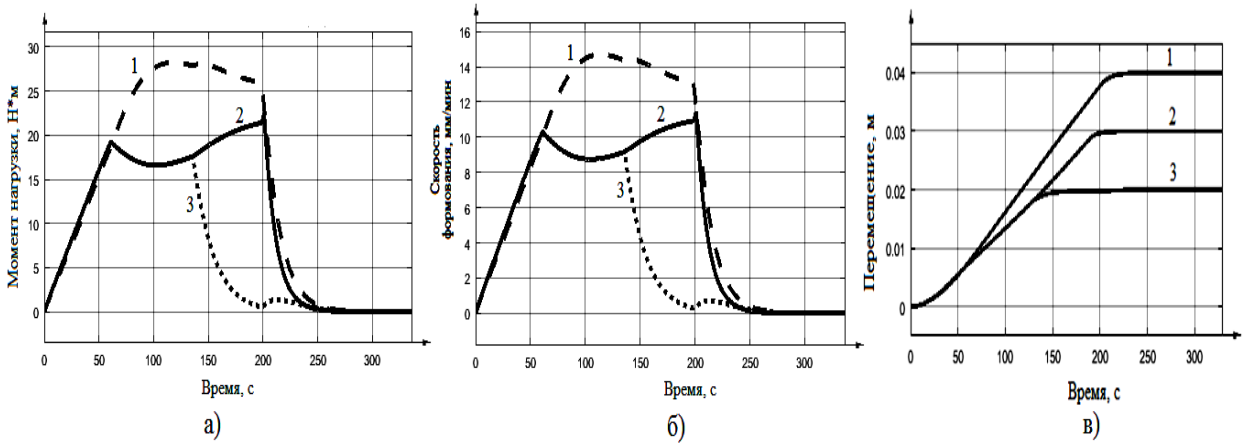


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления позиционного электропривода формующего стержня

Выполнена настройка нечетких регуляторов и исследованы динамические режимы в реализованной системе. Результаты соответствуют удовлетворительной работе системы (рисунок 3). Также было выполнен сравнительный анализ использования классических и нечетких алгоритмов управления в данной системе.



а) б) в)

1 – центральный стержень; 2 – левый стержень; 3 – правый стержень

Рисунок 3 – Результаты моделирования:
а – моменты нагрузки приводов; б – скорость формования; в – перемещение стержней

В шестой главе экспериментально исследован макет системы управления позиционным электроприводом.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1 Выполнен обзор технических решений производства деталей двойной кривизны.

2 Исследован процесс формования при различных конфигурациях формующей оснастки; установлено наличие взаимосвязи между формующими актуаторами посредством общей заготовки.

3 Выполнен расчет и выбор элементов системы электропривода формующих стержней.

4 Произведен подбор оптимального принципа управления электропривода формующей установки исходя из требований и проведенных исследований.

5 Была разработана и исследована нечеткая системы управления электроприводом стержневой формовочной установки, а также выполнено её сравнение с аналогичной системой, основанной на классических алгоритмах управления.

6 Для апробации результатов математического моделирования было проведено экспериментальное исследование на макете, выполненном на базе учебно-исследовательского стенда по приводам Сименс. Нагрузка электропривода была выполнена в соответствии с наличием взаимовлияний между рабочими электроприводами. Полученные результаты подтвердили адекватность теоретических положений и математических моделей.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Тетерин, В. В. Нечеткое управление в системе регулирования позиционных электроприводов стержневой установки / Н.Е. Дерюжкова, В.А. Соловьев, Чжо Аунг Хтет, В.В. Тетерин. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – № 5. – С. 77–80.

2 Тетерин, В.В. Исследование взаимосвязанной системы позиционных электроприводов стержневой установки / / Н.Е. Дерюжкова, В.А. Соловьев, Чжо Аунг Хтет, В.В. Тетерин // Электропривод на транспорте и в промышленности: тр. II Всерос. науч.-практ. конф., Хабаровск, 20-21 сен. 2018 г. / под ред. С.В. Власьевского. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2018. – 423 с.

3 Тетерин, В.В. Имитационная модель трех точечного узла процесса формования листового материала электромеханического типа / Н.Е. Дерюжкова, В.А. Соловьев, Чжо Аунг Хтет, В.В. Тетерин // Журнал Научно-технический вестник Поволжья.- 2018 - № II.- С 86 – 90.

4 Тетерин, В.В. Математическая модель взаимосвязанной системы электроприводов процесса объемного формования листового материала / Н.Е. Дерюжкова, Чжо Аунг Хтет, В.В. Тетерин // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018 г. С 496 – 499.

5 Дерюжкова, Н. Е. Сравнительная оценка классических и нечетких алгоритмов управления системой многоточечного формования изделий двойной кривизны / Н.Е. Дерюжкова, В.А. Соловьев, В.В. Тетерин, Д.В. Урасов // Омский научный вестник. 2020. № 2 (170). С. 52–57. DOI: 10.25206/1813-8225-2020-170-52-57.