

эффектов, которые могут возникнуть в работе прецессора авторатора для извлечения календарной и алгоритмической для извлечения

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор
АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»
академик РАН



Пешехонов В.Г.
2019

«20»

июня

Основные научные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, направлены на разработку математических методов и алгоритмов, позволяющих обрабатывать поверхности с различным характером взаимодействия, позволяющая выделить важнейшие динамические явления

ОТЗЫВ

в определить конечные показатели, по которым может быть проинфицирована ведущей организацией – ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» на диссертационную работу Шагниева Олега Булатовича на тему «Алгоритмы автоматического подавления автоколебаний при силовом взаимодействии инструмента с обрабатываемой поверхностью», представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в машиностроении)»

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена расширением области применения робототехнических комплексов для механообработки и повышением требований к качеству обработанной поверхности и увеличением производительности. Для целого ряда отраслей промышленности использование роботов-манипуляторов для механообработки является более эффективным в сравнении со станками с числовым программным управлением за счёт уменьшения стоимости и большей вариативности. Таким образом, важной задачей является разработка систем адаптивного управления, обеспечивающих как технологические движения обрабатывающего комплекса, так и подавление нежелательных динамических

эффектов, которые могут возникать в процессе механообработке. В настоящей работе предложены алгоритмы детектирования и подавления вынужденных колебаний и автоколебаний для нескольких типов механообработки.

Основные научные результаты, полученные автором:

- разработана математическая модель системы «носитель-инструмент-обрабатываемая поверхность» с учётом нелинейного характера сил взаимодействия, позволяющая выделить доминирующие динамические явления и определить ключевые показатели, по которым могут быть идентифицированы нежелательные автоколебательные режимы;
- разработан алгоритм детектирования и подавления автоколебаний по показаниям датчика силы прижатия инструмента к поверхности за счёт коррекции подачи инструмента и глубины резания;
- разработан алгоритм адаптации к факторам неопределённости по критериям качества обрабатываемой поверхности и прочности конструкции, основанный на их идентификации по показаниям датчика силы прижатия инструмента к поверхности при помощи искусственных нейронных сетей и компенсации за счёт коррекции глубины резания.

Достоверность проведённых исследований обеспечивается использованием в работе строгих методов математики, механики и теории автоматического управления; все результаты моделирования динамических эффектов на качественном уровне подтверждены результатами экспериментов.

Научная значимость работы состоит в выявлении ключевых показателей нежелательных режимов и разработке алгоритмов подавления идентифицированных по ним вынужденных колебаний и автоколебаний для различных типов механообработки.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные автором алгоритмы детектирования и подавления нежелательных динамических явлений при механообработке могут быть внедрены в существующие технологические процессы без серьёзного их изменения. Возможность удерживать систему в области устойчивости на предельных параметрах режима механообработки позволит повысить производительность при сохранении качества обработанной поверхности.

Рекомендуется использовать описанные в диссертации Шагниева О.Б. алгоритмы при разработке систем управления обрабатывающих комплексов.

Оценка структуры и оформления работы. Работа объёмом 178 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы (105 источников).

Диссертация оформлена аккуратно, в единообразном стиле в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011.

К достоинствам работы следует отнести охват основных типов механообработки и соответствующих динамических нелинейных эффектов, использование большого количества источников литературы, разнообразие предложенных алгоритмов для повышения качества процесса. При сохранении общей структуры управляющей системы и неизменности базового алгоритма позиционно-силового управления движением носителя автором получены алгоритмы подавления вынужденных колебаний, двух типов автоколебаний, негативного влияния сложной формы поверхности на динамику системы, а также при помощи алгоритмов на базе нейронных сетей компенсировать влияние износа инструмента и помех в датчиках.

Вместе с тем, к работе могут быть предъявлены **следующие замечания:**

1. Моделирование процесса шлифования основано на **падающей** характеристике силы контактного взаимодействия инструмента с поверхностью в зависимости от скорости их относительного движения. **При** этом рассматривается именно трансляционная скорость движения инструмента, и ничего не говорится о скорости вращения. Было бы интересно исследовать, какой из этих параметров сильнее влияет на процесс возникновения релаксационных автоколебаний;
2. В диссертации мало внимания уделено выбору оптимальных структуры и методов обучения нейронных сетей. Учитывая, что накопление информации и статистики в процессе работы рассматриваемого обрабатывающего комплекса может происходить непрерывно, возникает задача корректного дообучения нейронных сетей.
3. Результаты эксперимента демонстрируют рассматриваемый в работе эффект автоколебаний при фрезеровании, однако экспериментального подтверждения работоспособности разработанных алгоритмов их подавления не приведено.

Заключение.

Диссертационная работа Шагниева Олега Булатовича «Алгоритмы автоматического подавления автоколебаний при силовом взаимодействии инструмента с обрабатываемой поверхностью», несмотря на имеющиеся замечания, является законченной научно-квалификационной работой, в которой решаются задачи, имеющие научное и практическое значение для автоматизации механообработки. Работа соответствует профилю научной специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляемые системы (в машиностроении)»

Диссертационная работа Шагниева О.Б. удовлетворяет всем требованиям (включая п. 9) «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в машиностроении)».

Настоящий отзыв рассмотрен и одобрен на заседании научно-методической комиссии института (протокол № 11 от 06.11.2019 г.).

Председатель научно-методической комиссии института, главный научный сотрудник, д.т.н., профессор Колесов Николай Викторович



Начальник научно-технического центра «Дизайн-центр»,
к.т.н. Беляев Яков Валерьевич



Государственный научный центр Российской Федерации
АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР»
Россия, г. Санкт-Петербург
197046, Россия, Санкт-Петербург, ул. Малая Посадская, 30
8(812) 232-9970
office@eprib.ru
<http://www.elektroprivor.spb.ru>