

Rubanik I.A., Assistant, Vladimir Dahl Luhansk State University.

DEVELOPMENT OF A MODEL OF A COLLABORATIVE ROBOT (COBOT).

Abstract. The article presents the development of a model of a collaborative robot built on components included in the educational complex "STEM Workshop" produced by Applied Robotics PRO LLC. To achieve this goal, based on the requirements for collaborative robots, the task of developing an algorithm for implementing pseudo-manual control of a cobot built on XL431-T250-T servo drives was chosen. Based on the proposed algorithms, software was developed that was tested using a NanoPi-AR single-board computer, a STEM Board expansion board, and a model of a manipulator with plane-parallel kinematics. Based on the results of the work, directions for further development of the collaborative robot model were proposed.

Keywords. Robot manipulator, cobot, servo drive, microcontroller, feedback sensor, peripheral functional module.

УДК 621.9.025

Ломшакова А.Е., оператор компьютерного набора центра инфраструктурного развития ПИИШ «Кибер Авто Тех», Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО КФУ

Рябов Е.А., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО КФУ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ЦИФРОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация: в статье рассматривается важность учёта характеристик инструмента, которые возникают только в процессе его работы и не зависят напрямую от параметров инструмента или точности его установки. Учёт динамических характеристик позволит уменьшить случайную погрешность обработки за счёт перевода её части в прогнозируемую систематическую погрешность.

Ключевые слова: режущий инструмент; MES-системы; динамические характеристики; цифровое производство

Динамические параметры режущего инструмента – это характеристики, которые учитывают явления в процессе, они проявляются в колебательном

движении режущего инструмента и заготовки, в циклическом изменении силовой и тепловой нагрузок на режущую кромку, в формировании периодического профиля обработанной поверхности и т.д. [1]

В настоящее время динамически параметры имеют высокую важность, так как и от них зависит качество продукта, а большинство статически получаемых систематических погрешностей уже учитываются современным оборудованием с ЧПУ. При изучении таких параметров возможно будет получить новые зависимости и учесть характер их поведения для составления прогностической модели своевременной компенсации возникающих погрешностей. В зависимости от производственной задачи, учёт динамических параметров позволит повысить производительность, размерную стабильность, стойкость инструмента.

Рассмотрим некоторые характерные динамические параметры режущего инструмента, которые позже сведём в таблицу.

Динамическая характеристика резания представляет собой зависимость изменения силы резания от вызвавшего это изменение относительного смещения заготовки и инструмента. Измерение производится динамометрами и датчиками тока на приводах.

Вибрация. Анализ виброакустического сигнала позволяет получить полную картину о состоянии режущего инструмента в процессе резания и спрогнозировать картину износа. Для регистрации сигнала используют вибродатчики, закреплённые вблизи зоны резания.

Угол перелома (реверса) траектории и характеристики разгона/торможения, эти динамические параметры закладываются в системы ЧПУ для исключения излишних нагрузок на приводы и увеличения срока их службы. Однако под нагрузкой характеристики отклоняются от прогнозируемых.

Температурные колебания режущего инструмента зависят от скорости резания, режима, его геометрии. Сильный нагрев инструмента может вызвать дефект в рабочей зоне металла (превращения), из-за которого увеличится износ

инструмента. Для избегания данных случаев используют СОЖ. Они уменьшают трение поверхностей инструмента и заготовки, от чего меняют характер зависимостей. Измерение температуры происходит пирометрами, термопарами, но в контексте динамических систем наиболее интересно использование тепловизоров, так как они показывают площадь распространения тепла и позволяют спрогнозировать тепловое расширение узлов станка [2]

Также к динамическим параметрам относят характеристики, получаемые при заданном законе изменения входной координаты от одного установившегося значения к другому [3].

Статические и динамические характеристики могут быть представлены в графической и аналитической форме, характеристики можно получить теоретически и экспериментально.

В цифровом производстве для оценки состояния режущего инструмента и прогнозирования его износа используют нейросетевые модели, на их основе можно выбрать состав и структуру износостойкого покрытия для инструмента, определить оптимальные режимы резания при обработке того или иного материала.

Длительность межремонтного периода устанавливается в зависимости от условий его работы. На нее влияют оборудования, которые находятся вокруг станка, и его модели. Для определения плана ремонта может использоваться система ремонта по степени работоспособности или ремонт после отработки конкретного времени.

Для сбора и регистрации динамических характеристик используют MES-системы, а также данные от SCADA-систем. Для учета динамических характеристик на уровне оборудования закладываются коррекции параметров движения по законам изменения, собранным в процессе статического анализа. Но стохастические возмущения в системе в виде переменных сил резания, разной мощности резания и т.п. могут быть учтены через параметры податливости оборудования во внешней коррекции программы управления [4].

Перечень наиболее часто встречающихся динамических параметров

Динамический параметр	Как измерить	На что влияет
Дисбаланс инструмента	Методами балансировки	-На чистоту вращения шпинделя -На неизменность профиля обработки
Длительность движения при смене траектории	Разница между фактическим и плановым временем выполнения	-На стабильность процесса резания
Износ инструмента	Лазерная измерительная система	- На линейные размеры, силы резания, вибрацию
Температурные колебания	Термопара, тепловизор, пирометр	-На линейные размеры чистовой обработки
Загрязненность	Оптические приборы	-На стабильность позиционирования заготовок

На основе изложенного выше можно выделить два типа динамических характеристик.

Первый тип – это статистически получаемые данные, учёт и коррекция по которым возможна на этапе составления управляющей команды. Такие параметры тем более легко компенсируются, чем более обучена нейросетевая модель на основе BigData процесса резания. Методы компенсации тоже должны быть изучены статистически и включают как существующие методы управления скоростью, подачей и траекторией, так и перспективными, например, метод отслеживания точки подачи СОЖ [5].

Второй тип – это фактическое расхождение текущих показателей от прогностических, компенсация которых должна проходить в системе ЧПУ в реальном времени. Учёт обоих типов динамических характеристик позволит существенно увеличить стабильность производственного процесса.

В некоторых работах [6] для компенсации статистически полученных данных предлагается модифицировать CAD модель на основе предполагаемых отклонений системы ЧПУ. Однако такой подход возможен только для аналитической коррекции без учёта динамической части. Полноценная модификация CAD-модели, в

зависимости от используемой системы САМ-системы, приведёт к слабо прогнозируемому изменению траектории движения инструмента. К том же встроенная система учёта технологической наследственности при проектировании черновых и получистовых переходов так же существенно изменит характер движения, что приведёт к искажению траекторий.

Для того, чтобы корректно учитывать статистические данные необходимо получить так называемую цифровую карту отклонений на основе нейросетевого анализа [7]. Её наложение должно приводить не к изменению CAD-модели, а к коррекции программы на этапе постпроцессирования. Наличие такой карты требует гибкой настройки постпроцессора и написания дополнительного модуля для связки с действующими САМ-системами.

Модификация CAD модели интересна на примере обратной задачи, то есть планирования отклонений на основе текущих настроек. Такая задача легче обучается нейросетью, так как возможно наложение сканированной поверхности полученной детали на трёхмерную прогностическую модель.

На динамические погрешности сильно влияет конкретные отклонения, которые должны быть считаны со станка. К таковым можно отнести:

- а) податливость системы в конкретной точке допустимого рабочего диапазона оборудования;
- б) фактическое биение вращающегося инструмента, установленного в рабочее положение;
- в) дисбаланс вращающихся элементов системы;
- г) наличие люфта при изменении направления прикладываемой силы;
- д) динамика торможения и разгона при ускоренных перемещениях и перемещениях с заданным точным остановом.

Отсюда можно сделать вывод, что современные системы ЧПУ имеют встроенные модули коррекции динамических характеристик перемещения по системам обратной связи по участкам рабочей области. Но коррекция вибраций, дисбаланса или иных параметров не предусмотрена. Так же отсутствует система трансляции фактически полученных данных в САМ-систему и модуль учёта

возможных искажений полученных поверхностей. Так же отсутствует написанный модуль нейросети, который бы умел выявлять влияние сложившейся комбинации параметров системы на конечный результат. Без дооснащения всех компонентов большая часть погрешностей так и будет считаться случайной, тем самым уменьшая точность обработки до номинальной, а по мере износа оборудования «непредсказуемо» выходящей за границы допуска.

Примечания

Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан

Список использованных источников

1. Малышкин Д. А., Клепцов А. А. Определение динамических коэффициентов математической модели колебаний элементов режущего инструмента // Вестник КузГТУ. 2014. №3 (103). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-dinamicheskikh-koeffitsientov-matematicheskoy-modeli-kolebaniy-elementov-rezhuschego-instrumenta> (дата обращения: 05.12.2024).
2. Анухин Виктор Иванович, Анухин Иван Викторович, Любомудров Сергей Александрович Измерение температуры в зоне резания при точении с помощью тепловизионного метода // Металлообработка. 2015. №1 (85). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmerenie-temperatury-v-zone-rezaniya-pri-tochenii-s-pomoschyu-teplovizionnogo-metoda> (дата обращения: 05.12.2024).
3. Кремлёва, Л. В. Разработка динамической модели процесса резания для проектирования режущего инструмента и параметров обработки при торцовом фрезеровании : диссертация ... кандидата технических наук : 05.03.01. - Москва, 1998. - 250 с..

4. Казаков Алексей Александрович, Конюхов Александр Геннадьевич Опыт применения систем сквозного проектирования для высокоскоростного, высокоэффективного фрезерования в авиационной промышленности // Вестник СГАУ. 2009. №3-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-primeneniya-sistem-skvoznogo-proektirovaniya-dlya-vysokoskorostnogo-vysokoeffektivnogo-frezerovaniya-v-aviatsionnoy> (дата обращения: 05.12.2024).
 5. Кирейнов Алексей Валерьевич, Есов Валерий Балахметович Современные тенденции применения смазочно-охлаждающих технологических средств при лезвийной обработке труднообрабатываемых материалов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. №2 (62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-primeneniya-smazочно-ohlazhdayuschih-tehnologicheskikh-sredstv-pri-lezviynoy-obrabotke-trudnoobrabatyvaemykh> (дата обращения: 05.12.2024).
 6. Темпель Юлия Александровна, Темпель Ольга Александровна Алгоритм автоматизированной коррекции управляющей программы по измененной CAD-модели детали с учетом погрешностей // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-avtomatizirovannoy-korreksii-upravlyayuschey-programmy-po-izmenennoy-cad-modeli-detali-s-uchetom-pogreshnostey> (дата обращения: 05.12.2024).
 7. Мальцев Д. Б., Барабанова Е. А. Использование нейронных сетей для повышения эффективности управления станками с числовым программным управлением // Научный результат. Информационные технологии. 2016. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-neyronnyh-setey-dlya-povysheniya-effektivnosti-upravleniya-stankami-s-chislovym-programmnym-upravleniem> (дата обращения: 05.12.2024).
-

Lomshakova A.E., operator of the computer set of the Center for Infrastructure Development of the Cyber Auto Tech Company, Naberezhnye Chelny Institute (branch) of the Kazan (Volga Region) Federal University

Ryabov E.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) of the Kazan (Volga Region) Federal University.

DETERMINATION OF DYNAMIC PARAMETERS OF A CUTTING TOOL IN DIGITAL PRODUCTION

Abstract: the article discusses the importance of taking into account the characteristics of the tool, which arise only during its operation and do not depend directly on the parameters of the tool or the accuracy of its installation. Taking into account dynamic characteristics will reduce the random error of processing by converting part of it into a predictable systematic error

Key words: cutting tools; MES systems; dynamic characteristics; digital production

УДК 74

Лоншакова М.М., доцент по специальности «Виды искусства», доцент кафедры «Автомобили» lons-smm@mail.ru, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Смирнова Е.М., студент 4 курса профиля подготовки 54.03.01 «Автомобильный дизайн» foxi.katja@mail.ru, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА РЕБРЕНДИНГА КОМПАНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ООО «РИАТ»

Краткая аннотация: Статья посвящена эргономическим качествам ребрендинга, особенностям разработки корпоративного стиля компании по производству автомобильной техники ООО «РИАТ», его размещения на различных носителях, в экстерьере. Удобство использования корпоративного стиля. Особенности его восприятия и влияния на психофизиологию человека. Эргономические качества ребрендинга зависят от многих показателей.

Ключевые слова: эргономические качества, ребрендинг, дизайн, корпоративный стиль, автомобильная техника.

Эргономические качества ребрендинга компаний заключаются в удобстве восприятия констант, их понятности и узнаваемости. А также в удобстве использования, размещения и безопасности носителей корпоративного стиля. Знак и логотип являются основными элементами брендинга и способом для коммуникаций любой компании. Они предполагают визуальное и смысловое единство предлагаемых товаров и услуг. Они располагаются на продукции и упаковках, деловой и сопроводительной документации, среде производственных и