

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

А.А. Верещака, Н.С. Баранова, И.М. Шмаков

Исследование структуры и фазового состава микрочастиц, формирующихся в процессе осаждения PVD покрытий, и их влияния на условия резания..... 8

В.А. Гречишников, Г.А. Самсоненко, А.В. Кочев

Профилирование и изготовление резьбовых пластин сборного инструмента для обработки труб нефтяного сортамента по способу планетарного резьбофрезерования..... 15

Е.Ю. Кропоткина, В.Д. Гурин, А.П. Кузнецов, А.А. Попова

Выбор параметров поверхностного пластического деформирования обкатыванием с помощью метода весовых коэффициентов 23

А.Ю. Попов, И.Н. Дроздов, Е.Е. Попова

Повышение точности микрофрезерования на станках с ЧПУ на основе разработки устройства с применением кривошипно-шатунного механизма 31

А.Н. Соболев, А.Я. Некрасов, А.В. Ривкин

Повышение эффективности эксплуатации станочного оборудования на основе использования современных информационных технологий управления кадровыми ресурсами..... 38

А.М. Адашкин, А.А. Широков

О прочности и модуле упругости безвольфрамовых твердых сплавов 49

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В.И. Гузеев, И.П. Дерябин, А.С. Токарев

Экспериментальное исследование адекватности математических моделей расчета увода оси отверстия при обработке четырехзубым зенкером с СМП 57

В.В. Зув, А.В. Кислова

Решение задач конструкторско-технологической подготовки производства сложных деталей машиностроения с использованием реверс-инжиниринга 66

Л.А. Таймасова, К.Н. Рамазанов

Исследование параметра для оценки засаленности абразивного инструмента при электрохимическом алмазном шлифовании деталей из жаропрочного сплава ВКНА-1В-ВИ..... 75

И. Сидоров, В.В. Жилинский, И.В. Рязанов, Е.М. Проскурина

Катодные материалы для накопителей энергии на основе ферроцианидов переходных металлов..... 83

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

О.В. Дрозд

Система прогностического технического обслуживания с использованием технологии дополненной реальности 93

П.Е. Корнеев

Совершенствование передачи цифровых данных в автоматизированных системах управления технологическими процессами с учетом фактора удаленности производства 104

Ф. Юсеф

Компьютерное моделирование процесса обеспечения интероперабельности беспроводных сенсорных сетей 114

А.Н. Феофанов, В.А. Шпандарук

Повышение оперативности расчета трудоемкости изготовления корпусной детали на фрезерном станке с ЧПУ по методу определения объема материала, срезаемого материалом инструментом..... 122

CONTENTS

**TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF MECHANICAL
AND PHYSICAL-TECHNICAL PROCESSING**

A.A. Vereschaka, N.S. Baranova, I.M. Shmakov

Study of the structure and phase composition of microparticles formed during the deposition of PVD coatings and their influence on cutting conditions 8

V.A. Grechishnikov, G.A. Samsonenko, A.V. Kochev

Profiling and manufacturing of threaded plates for processing of oil pipes by planetary milling method..... 15

E.Yu. Kropotkina, V.D. Gurin, A.P. Kuznetsov, A.A. Popova

Selection of parameters of surface plastic deformation by rolling using the method of weighting coefficients 23

A.Y. Popov, I.N. Drozdov, E.E. Popova

Increasing the accuracy of micro-milling on CNC machines based on the development of a device using a crank mechanism..... 31

A.N. Sobolev, A.Ya. Nekrasov, A.V. Rivkin

Increasing the efficiency of operation of machine equipment based on the use of modern information technologies for human resource management..... 38

A.M. Adaskin, A.A. Shirokov

On the strength and modulus of elasticity of tungsten-free hard alloys 49

TECHNOLOGY OF MACHINE BUILDING

V.I. Guzeev, I.P. Deryabin, A.S. Tokarev

An experimental study of the adequacy of mathematical models for calculating the deflection of the hole axis during processing with a four-pronged countersink with a RMP..... 57

V.V. Zuev, A.V. Kislova

Solving problems of design and technological preparation for the production of complex mechanical engineering parts using reverse engineering..... 66

L.A. Taimasova, K.N. Ramazanov

Investigation of a parameter for assessing the greasiness of an abrasive tool during electrochemical diamond grinding of parts made of heat-resistant alloy VKNA-1V-VI..... 75

I. Sidorov, V.V. Zhylinski, I.V. Ryazanov, E.M. Proskurina

Cathode materials for energy storages based on transition metal ferrocyanides 83

AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND PRODUCTIONS

O.V. Drozd

Predictive maintenance system using augmented reality technology..... 93

P.E. Korneev

Improvement of digital data transmission in automated process control systems,
taking into account the factor of remoteness of production..... 104

F. Yousef

Computer modeling of the process of ensuring the interoperability of wireless sensor networks 114

A.N. Feofanov, V.A. Shpandaruk

Increasing the efficiency of calculating the labor intensity of manufacturing a body part
on a CNC milling machine using the method of determining the volume of material cut by the tool..... 122

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 8–14.

УДК 67.02

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 8–14.

*А.А. Верещака*¹ ✉, *Н.С. Баранова*², *И.М. Шмаков*²

¹ Институт конструкторско-технологической информатики РАН; ² РТУ МИРЭА

✉ Автор для корреспонденции

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА МИКРОЧАСТИЦ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОСАЖДЕНИЯ PVD ПОКРЫТИЙ, И ИХ ВЛИЯНИЯ НА УСЛОВИЯ РЕЗАНИЯ

Аннотация

В статье исследуются особенности структуры и фазового состава микрочастиц различного элементного состава – Cr и AlN, а также влияние микрочастиц на структуру нанослойных покрытий ZrN-(Zr,Mo,Al)N и CrN-(Cr,Mo,Al)N. Установлено, что микрочастицы могут формироваться как чистыми металлами, так и нитридами металлов. Рассмотрен пример возможного позитивного влияния микрочастиц на процесс резания за счет формирования промежуточного слоя твердой смазки между покрытием и обрабатываемым материалом.

Ключевые слова: нитридные покрытия, микрочастицы, фазовый состав, нанослойная структура, процесс резания

Для цитирования: Верещака А.А., Баранова Н.С., Шмаков И.М. Исследование структуры и фазового состава микрочастиц, формирующихся в процессе осаждения PVD покрытий, и их влияния на условия резания // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 8–14.

*A.A. Vereschaka*¹ ✉, *N.S. Baranova*², *I.M. Shmakov*²

¹ Institute of Design and Technological Informatics of RAS; ² RTU MIREA

✉ Corresponding author

STUDY OF THE STRUCTURE AND PHASE COMPOSITION OF MICROPARTICLES FORMED DURING THE DEPOSITION OF PVD COATINGS AND THEIR INFLUENCE ON CUTTING CONDITIONS

Abstract

The article examines the features of the structure and phase composition of microparticles of different elemental compositions – Cr and AlN, as well as the influence of microparticles on the structure of nanolayer coatings ZrN-(Zr,Mo,Al)N and CrN-(Cr,Mo,Al)N. It has been established that microparticles can be formed by both pure metals and metal nitrides. An example of the possible positive effect of microparticles on the cutting process due to the formation of an intermediate layer of solid lubricant between the coating and the material being processed is considered.

Keywords: nitride coatings, microparticles, phase composition, nanolayer structure, cutting process

For citation: Vereschaka A.A., Baranova N.S., Shmakov I.M. Study of the structure and phase composition of microparticles formed during the deposition of PVD coatings and their influence on cutting conditions. *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 8–14. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 15–22.

УДК 621.735.016.2

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 15–22.

В.А. Гречишников, Г.А. Самсоненко , А.В. Кочев

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

 Автор для корреспонденции

ПРОФИЛИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ ПЛАСТИН СБОРНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРУБ НЕФТЯНОГО СОРТАМЕНТА ПО СПОСОБУ ПЛАНЕТАРНОГО РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЯ

Аннотация

Способ планетарного резьбофрезерования наружных резьб применяется в промышленности для обработки труднодоступных участков резьб, в частности, на корпусных деталях, полученных с применением сварки, обработка которых невозможна с использованием резьбовых резцов и плашек. Основная проблема этого метода заключается в сложной кинематике обработки, небольшой жесткости сборного инструмента и искажении профиля резьбы при обработке. При проектировании сборного резьбообразующего инструмента особое внимание уделяется геометрическим параметрам сменных резьбовых пластин, формированию профиля резьбовых пластин с целью обеспечения требуемой размерной стойкости и точности профиля нарезаемой резьбы. Рассматриваются погрешности профиля резьбы при обработке с учетом жесткости инструмента, изменения кинематических углов резания, изменения геометрии передней поверхности после переточки. В статье обсуждается влияние динамических нагрузок и вибраций на качество нарезаемой резьбы, а также предлагаются методы компенсации этих факторов для повышения точности и долговечности резьбофрезерного инструмента.

Ключевые слова: сборный инструмент, профилирование, шероховатость, фрезерование.

Для цитирования: Гречишников В.А., Самсоненко Г.А., Кочев А.В. Профилирование и изготовление резьбовых пластин сборного инструмента для обработки труб нефтяного сортамента по способу планетарного резьбофрезерования // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 15–22.

V.A. Grechishnikov, G.A. Samsonenko , A.V. Kochev

MSUT “STANKIN”

 Corresponding author

PROFILING AND MANUFACTURING OF THREADED PLATES FOR PROCESSING OF OIL PIPES BY PLANETARY MILLING METHOD

Abstract

The method of planetary thread milling for external threads is used in industry to process hard-to-reach thread sections, particularly on body parts produced by welding, where processing with threading tools and dies is impossible. The main problem with this method lies in the complex processing kinematics, low rigidity of the assembled tool, and thread profile distortion during processing. When designing the assembled thread-forming tool, special attention is paid to the geometric parameters of the replaceable thread inserts and the formation of the thread insert profile to ensure the required dimensional stability and accuracy of the machined

thread profile. The article considers thread profile errors during processing, taking into account tool rigidity, changes in kinematic cutting angles, and changes in the geometry of the front surface after regrinding. The article discusses the influence of dynamic loads and vibrations on the quality of the machined thread, as well as proposes methods to compensate for these factors to improve the accuracy and durability of the thread milling tool.

Keywords: prefabricated tool, profiling, roughness, milling.

For citation: Grechishnikov V.A., Samsonenko G.A., Kochev A.V. Profiling and manufacturing of threaded plates for processing of oil pipes by planetary milling method . *Vestnik MSUT "Stankin"*. 2024. No 3 (70). P. 15–22. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 23–30.

УДК 621.941.1

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 23–30.

Е.Ю. Кропоткина¹, В.Д. Гурин¹, А.П. Кузнецов², А.А. Попова¹✉

¹ ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»; ² МГТУ им. Н.Э. Баумана

✉ Автор для корреспонденции

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБКАТЫВАНИЕМ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Аннотация

Описана возможность объективно оценивать процесс поверхностного пластического деформирования обкатыванием с помощью метода весовых коэффициентов. Для решения этой задачи формируется матрица парных сравнений и рассчитываются весовые коэффициенты с учетом конкретных требующихся характеристик обрабатываемой поверхности, что позволяет повышать эффективность и качество обработки.

Ключевые слова: поверхностное пластическое деформирование, обкатывание, парное сравнение критериев, весовые коэффициенты, твердость, шероховатость.

Для цитирования: Кропоткина Е.Ю., Гурин В.Д., Кузнецов А.П., Попова А.А. Выбор параметров поверхностного пластического деформирования обкатыванием с помощью метода весовых коэффициентов // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 23–30.

E.Yu. Kropotkina¹, V.D. Gurin¹, A.P. Kuznetsov², A.A. Popova¹✉

¹ MSUT “STANKIN”; ² Bauman Moscow State Technical University

✉ Corresponding author

SELECTION OF PARAMETERS OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION BY ROLLING USING THE METHOD OF WEIGHTING COEFFICIENTS

Abstract

The possibility of objectively assessing the process of surface plastic deformation by running-in using the method of weight coefficients is described. To solve this problem, a matrix of paired comparisons is formed and weights are calculated taking into account the specific required characteristics of the treated surface, which allows you to increase the efficiency and quality of processing.

Keywords: surface plastic deformation, rolling, paired comparison of criteria, weight coefficients, hardness, roughness.

For citation: Kropotkina E.Yu., Gurin V.D., Kuznetsov A.P., Popova A.A. Selection of parameters of surface plastic deformation by rolling using the method of weighting coefficients. *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 23–30. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 31–37.

УДК 621.735.016.2

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 31–37.

А.Ю. Попов¹✉, И.Н. Дроздов², Е.Е. Попова¹

¹ ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»; ² АО НПЦ «Прогресс»

✉ Автор для корреспонденции

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МИКРОФРЕЗЕРОВАНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Аннотация

При работе микрофрезами необходимо обеспечивать точные и плавные перемещения инструмента относительно детали. Минимально возможное контролируемое перемещение по линейным координатам современных станков с ЧПУ (дискрета) обычно находится в пределах 5 мкм, что объясняется невозможностью съема меньшего припуска лезвийным инструментом общего назначения и часто избыточной точностью относительно чертежных требований большинства деталей. Микрофрезерование требует уменьшения величины дискреты до 1 мкм и менее. Предложена схема устройства для микрофрезерования на основе кривошипно-шатунного механизма.

Ключевые слова: привод, точность микрофрезерования, дискрета, кривошипно-шатунный механизм.

Для цитирования: Попов А.Ю., Дроздов И.Н., Попова Е.Е. Повышение точности микрофрезерования на станках с ЧПУ на основе разработки устройства с применением кривошипно-шатунного механизма // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 31–37.

A.Y. Popov¹ ✉, I. N. Drozdov², E.E. Popova¹

¹ Omsk State Technical University; ² JSC NPC “Progress”

✉ Corresponding author

INCREASING THE ACCURACY OF MICRO-MILLING ON CNC MACHINES BASED ON THE DEVELOPMENT OF A DEVICE USING A CRANK MECHANISM

Abstract

When working with micro milling cutters, it is necessary to ensure precise and smooth movements of the tool relative to the workpiece. The minimum possible controllable movement in linear coordinates of modern CNC machines (discrete) is usually within 5 microns, which is due to the impossibility of removing smaller allowances with general-purpose blade tools and often excessive accuracy relative to the drawing requirements of most parts. Micro milling requires a reduction of the discrete to 1 micron or less. A scheme of a micro-milling device based on a crank mechanism is proposed.

Keywords: drive, microfretting accuracy, discrete, crank mechanism.

For citation: Popov A.Y. Drozdov I. N., Popova E.E. Increasing the accuracy of micro-milling on CNC machines based on the development of a device using a crank mechanism . *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 31–37. (In Russian)

Научная статья

УДК 621.9.06.004.1

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 38–48.

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 38–48.

А.Н. Соболев ✉, *А.Я. Некрасов*, *А.В. Ривкин*

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

✉ Автор для корреспонденции

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВЫМИ РЕСУРСАМИ

Аннотация

Описываются разработанные авторами средства и технологии построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами, а также технической подготовкой машиностроительного производства, которые могут эффективно решить проблемы управления технологическими процессами в современном машиностроении. Приведен обзор базовых элементов управления кадровыми (трудовыми) ресурсами на современном машиностроительном предприятии. Описаны способы управления кадровыми ресурсами на основе широкого внедрения передовых методов информационных технологий (единой беспроводной коммуникационной сети, радио-браслетов, специализированных смартфонов, очков дополненной реальности на основе технологии проекционного дисплея) с целью обеспечения более качественного, быстрого и эффективного выполнения производственных задач при эксплуатации станочного оборудования. Приведены схемы планирования трудовой деятельности, схема организации мониторинга и связи на машиностроительном предприятии, 3D-модели цехового пространства с графическим отображением местоположения сотрудников в цехе. Представлены иллюстрации использования очков дополненной реальности с отображением информации по технологическим задачам на линзе очков. Приводится пример отображения поставленных задач на экране смартфонов сотрудников предприятия. Указаны возможности специального web-приложения для контроля выполнения технологических операций. Даны общие сведения о вопросах обеспечения информационной безопасности при эксплуатации системы, разработанной авторами. Приводятся технические данные о планируемом для использования оборудовании для обеспечения функционирования системы, ее расположении на сотрудниках промышленного предприятия в сравнении с использованием аналогичных изделий в других сферах деятельности людских ресурсов. В заключении представлены необходимые выводы по результатам работы и перспективам ее улучшения и модернизации.

Ключевые слова: управление трудовыми ресурсами, мониторинг, связь на предприятии, контроль технологических операций, очки дополненной реальности.

Для цитирования: Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Ривкин А.В. Повышение эффективности эксплуатации станочного оборудования на основе использования современных информационных технологий управления кадровыми ресурсами // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 38–48.

A.N. Sobolev ✉, *A.Ya. Nekrasov*, *A.V. Rivkin*

MSUT “STANKIN”

✉ Corresponding author

INCREASING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF MACHINE EQUIPMENT BASED ON THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES FOR HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Abstract

The authors describe the means and technologies for constructing automated control systems for technological processes and production, as well as technical preparation of mechanical engineering production, which can effectively solve the problems of controlling technological processes in modern mechanical engineering. An overview of the basic elements of human resource (labor) management at a modern machine-building enterprise is given. Methods for managing human resources are described based on the widespread introduction of advanced information technology methods (unified wireless communication network, radio bracelets, specialized smartphones, augmented reality glasses based on projection display technology) in order to ensure better, faster and more efficient performance of production tasks when operation of machine equipment. Schemes for planning work activities, a diagram for organizing monitoring and communication at a machine-building enterprise, 3D models of the workshop space with a graphical display of the location of employees in the workshop are presented. Illustrations of the use of augmented reality glasses with display of information on technological tasks on the lens of the glasses are presented. An example of displaying assigned tasks on the screen of smartphones of enterprise employees is given. The capabilities of a special web application for monitoring the execution of technological operations are indicated. General information is given on issues of ensuring information security during operation of the system developed by the authors. Technical data is provided on the equipment planned for use to ensure the functioning of the system, its location on employees of an industrial enterprise in comparison with the use of similar products in other areas of human resource activity. In conclusion, the necessary conclusions are presented on the results of the work and prospects for its improvement and modernization.

Keywords: labor management, monitoring, enterprise communications, control of technological operations, augmented reality glasses.

For citation: Sobolev A.N., Nekrasov A.Ya., Rivkin A.V. Increasing the efficiency of operation of machine equipment based on the use of modern information technologies for human resource management. *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 38–48. (In Russian)

Научная статья

УДК 669.018.25

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 49–56.

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 49–56.

А.М. Адаскин, А.А. Широков ✉

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

✉ Автор для корреспонденции

О ПРОЧНОСТИ И МОДУЛЕ УПРУГОСТИ БЕЗВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Аннотация

Рассмотрено влияние состава безвольфрамовых твердых сплавов (БВТС) на объемное содержание связки и модуль упругости – факторы, определяющие прочность твердых сплавов. Установлены причины пониженной прочности БВТС, ограничивающей их применение для режущего инструмента. Области их рационального использования: холодноштамповый инструмент, пресс-формы переработки пластических масс и резины, контрольно-измерительный инструмент.

Ключевые слова: твердые сплавы безвольфрамовые и вольфрамсодержащие, прочность, объемная и массовая доля керамических фаз и связки.

Для цитирования: Адаскин А.М., Широков А.А. О прочности и модуле упругости безвольфрамовых твердых сплавов // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 49–56.

A.M. Adaskin, A.A. Shirokov ✉

MSUT “STANKIN”

✉ Corresponding author

ON THE STRENGTH AND MODULUS OF ELASTICITY OF TUNGSTEN-FREE HARD ALLOYS

Abstract

The influence of the composition of tungsten-free hard alloys on the volumetric bond content and elastic modulus – factors that determine the strength of hard alloys – is considered. The reasons for the reduced strength of tungsten-free hard alloys, which limits their use for cutting tools, have been established. Areas of their rational use: cold-forming tools, molds for processing plastics and rubber, control and measuring tools.

Keywords: tungsten-free and tungsten-containing hard alloys, strength, volume and mass fraction of ceramic phases and binders.

For citation: Adaskin A.M., Shirokov A.A. On the strength and modulus of elasticity of tungsten-free hard alloys. *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 49–56. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 57–65.

УДК 621.91.02

Vestnik MSUT "Stankin". 2024. No. 3 (70). P. 57–65.

В.И. Гузеев¹, И.П. Дерябин¹, А.С. Токарев²✉

¹ Южно-Уральский государственный университет; ² Трехгорный технологический институт – филиал НИЯУ «МИФИ»

✉ Автор для корреспонденции

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА УВОДА ОСИ ОТВЕРСТИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЧЕТЫРЕХЗУБЫМ ЗЕНКЕРОМ С СМП

Аннотация

В данной статье рассматриваются процессы формообразования отверстий четырехзубым зенкером с СМП (сменные многогранные пластины). Отличие данного процесса зенкерования от процесса сверления в сплошном материале в том, что присутствует погрешность предшествующей обработки. Погрешность предшествующего перехода может значительно сказаться на результате обработки отверстия в целом, поэтому необходимо учитывать особенности параметров резания и геометрические параметры режущего инструмента как на предшествующем переходе, так и на последующих. Четырехзубые зенкеры применяют для обработки отверстий от 20 мм, каждый из четырех зубьев может нести геометрическую погрешность, превышающую допустимые значения, например, главный угол в плане ϕ . Была разработана математическая модель расчета увода оси отверстия при обработке четырехзубым зенкером со сменными многогранными пластинами, в которой учитываются радиальные составляющие сил резания, силы, действующие на каждое лезвие. Цель. Определить адекватность разработанных математических моделей расчета увода оси отверстия при обработке четырехзубым зенкером со сменными многогранными пластинами. Методы. Проведение экспериментальных исследований на заготовках из различного материала. Результаты. Разработанная математическая модель расчета увода оси отверстия при обработке четырехзубым зенкером с СМП, реализованная в виде программы для ЭВМ, адекватна процессу обработки и возможна для применения при разработке технологических процессов технологами. Заключение. Применение разработанной программы позволяет уменьшить увод оси после операции сверления на 15-35% эффективнее, чем при использовании данных по режимам резания по справочникам технолога.

Ключевые слова: увод оси отверстия, точность обработки, четырехзубый зенкер, осевой инструмент, сборный зенкер.

Для цитирования: Гузеев В.И., Дерябин И.П., Токарев А.С. Экспериментальное исследование адекватности математических моделей расчета увода оси отверстия при обработке четырехзубым зенкером с СМП // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 57–65.

V.I. Guzeev¹, I.P. Deryabin¹, A.S. Tokarev²✉

¹ South Ural State University; ² Trekhgornyy Institute of Technology – branch of the NRNU “MIEP”

✉ Corresponding author

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE ADEQUACY OF MATHEMATICAL MODELS FOR CALCULATING THE DEFLECTION OF THE HOLE AXIS DURING PROCESSING WITH A FOUR-PRONGED COUNTERSINK WITH A RMP

Abstract

This article discusses the processes of forming holes with a four-tooth countersink with replaceable multi-faceted plates. The difference between this countersinking process and the drilling process in a solid material is that there is an error in the previous processing. The error of the previous transition can significantly affect the results of hole processing as a whole, therefore, it is necessary to take into account the features of the cutting parameters and geometric parameters of the cutting tool both at the previous transition and at subsequent ones. Four-pronged countersinks are used to process holes from 20 mm, each of their four teeth can carry a geometric error exceeding acceptable values, for example, the main angle in the plan. A mathematical model has been developed for calculating the deflection of the hole axis when processing with a four-tooth countersink with replaceable polyhedral plates, which takes into account the vector forces acting on each blade, as well as the radial component of these forces. Goal. To determine the adequacy of the developed mathematical models for calculating the height of the hole axis when processing with a four-pronged countersink with replaceable polyhedral plates. Methods. Conducting experimental studies on blanks made of various materials. Results. The developed mathematical model for calculating the deflection of the hole axis during processing with a four-pronged countersink with an RMP, implemented as a computer program, is adequate to the processing process, and is possible for use in the development of technological processes by technologists. Conclusion. The application of the developed program makes it possible to reduce the removal of the axis after the drilling operation by 15-35% more efficiently than when using data on cutting modes according to the manuals of the technologist.

Key words: hole axis deflection, machining accuracy, four-pronged countersink, axial tool, prefabricated countersink

For citation: Guzeev V.I., Deryabin I.P., Tokarev A.S. An experimental study of the adequacy of mathematical models for calculating the deflection of the hole axis during processing with a four-pronged countersink with a RMP. *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 57–65. (In Russian)

Научная статья

УДК 004.925.83

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 66–74.

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 66–74.

В.В. Зуев, А.В. Кислова 

РТУ МИРЭА

 Автор для корреспонденции

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА

Аннотация

В данной статье проведен анализ методов обратного проектирования, их применение в машиностроении и влияние на эффективность производства. Рассмотрена суть и сферы применения реверс-инжиниринга. Реверс-инжиниринг – это процесс анализа продукта или технологии с целью понимания его работы, структуры и компонентов. Основная идея реверс-инжиниринга заключается в изучении уже существующего объекта для получения информации о его конструкции, принципах работы и особенностях проектирования. Этот процесс может применяться в различных сферах, в данной статье описывается применение в машиностроительном производстве. Описан способ обратного инжиниринга для ответственных деталей машиностроения с указанием основных точностных возможностей процесса. Обратный инжиниринг для деталей машиностроения представляет собой процесс воссоздания конструкции и технологических параметров изделия на основе его физической модели. Основные точностные возможности этого процесса включают в себя анализ геометрии, материалов и технологических особенностей детали. Рассмотрены основные методы измерения деталей для реверс-инжиниринга. Для реверс-инжиниринга, то есть для создания цифровой модели объекта на основе его физической формы, используются различные методы измерения, такие как координатно-измерительные машины (КИМ), 3D-сканирование и ручное измерение. Для проведения обратного проектирования комбинируют различные методы измерения в зависимости от конкретных характеристик объекта и требуемой точности модели. Комбинация этих методов позволяет создать наиболее точную и полную цифровую модель объекта. На основе твердотельной модели в статье показан пример автоматизированного обратного проектирования в условиях производства детали. Составлен алгоритм обратного проектирования с учетом предлагаемых стратегий и условий реализации конструкторско-технологической подготовки производства.

Ключевые слова: реверсивное проектирование, сканирование, контроль качества, твердотельное моделирование, факторный анализ, измерительные и испытательные машины.

Для цитирования: Зуев В.В., Кислова А.В. Решение задач конструкторско-технологической подготовки производства сложных деталей машиностроения с использованием реверс-инжиниринга// Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 66–74.

V.V. Zuev, A.V. Kislova ✉

RTU MIREA

✉ Corresponding author

SOLVING PROBLEMS OF DESIGN AND TECHNOLOGICAL PREPARATION FOR THE PRODUCTION OF COMPLEX MECHANICAL ENGINEERING PARTS USING REVERSE ENGINEERING

Abstract

This article analyzes reverse engineering methods, their application in mechanical engineering and their impact on production efficiency. The essence and scope of reverse engineering are considered. Reverse engineering is the process of analyzing a product or technology to understand its operation, structure, and components. The main idea of reverse engineering is to study an existing object to obtain information about its design, operating principles and design features. This process can be used in various fields; this article describes the application in mechanical engineering. A reverse engineering method for critical mechanical engineering parts is described, indicating the main precision capabilities of the process. Reverse engineering for mechanical engineering parts is the process of recreating the design and technological parameters of a product based on its physical model. The main precision capabilities of this process include analysis of the geometry, materials and technological features of the part. The main methods for measuring parts for reverse engineering are considered. For reverse engineering, that is, to create a digital model of an object based on its physical form, various measurement methods are used, such as coordinate measuring machines (CMMs), 3D scanning and manual measurement. To carry out reverse engineering, various measurement methods are combined depending on the specific characteristics of the object and the required accuracy of the model. The combination of these methods allows you to create the most accurate and complete digital model of the object. Based on a solid model, the article shows an example of automated reverse engineering in a part production environment. A reverse engineering algorithm has been compiled taking into account the proposed strategies and conditions for the implementation of design and technological preparation for production.

Keywords: reverse engineering, scanning, quality control, solid modeling, factor analysis, measuring and testing machines.

For citation: Zuev V.V., Kislova A.V. Solving problems of design and technological preparation for the production of complex mechanical engineering parts using reverse engineering. *Vestnik MSUT "Stankin"*. 2024. No 3 (70). P. 66–74. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 75–82.

УДК 621.92:621.45.034

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 75–82.

Л.А. Таймасова¹✉, К.Н. Рамазанов²¹ ООО «РН-Ремонт НПО»; ² ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

✉ Автор для корреспонденции

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАСАЛЕННОСТИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ АЛМАЗНОМ ШЛИФОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ВКНА-1В-ВИ

Аннотация

В статье рассмотрен способ обработки деталей из жаропрочного интерметаллидного сплава ВКНА-1В-ВИ с периодической управляемой очисткой режущего инструмента в процессе выполнения технологической операции прорезки глубоких, узких, протяженных пазов. При обработке жаропрочных сплавов происходит быстрое наволакивание материала детали на абразивный круг, что приводит к увеличению термомеханического воздействия в зоне обработки, сокращению межэлектродного промежутка и ухудшению условий для эвакуации шлама, образованию металлического контакта между кругом и обрабатываемой деталью, интенсификации электроэрозионных, электроискровых процессов, в связи с чем ухудшается качество поверхностного слоя и шероховатость боковых поверхностей обрабатываемой детали. Как показали исследования, при получении протяженных пазов очистка круга необходима до того, как закончится процесс обработки. При этом во время постоянной очистки происходит быстрый износ инструмента, поэтому процесс очистки должен быть регламентирован и происходить только тогда, когда это требуется. Предлагается адаптивный способ абразивного электрохимического шлифования с периодической управляемой очисткой режущего инструмента на основе параметра оценки засаленности круга, определяемого как отношение усилия резания к длительности фазы электрохимического растворения за один оборот вращения шпинделя. Для реализации способа станок был укомплектован дополнительным электродом-инструментом, источником технологического тока и системой подачи электролита в зону очистки. Исследования показали, что применение предложенного способа позволяет снизить термомеханические усилия в зоне обработки, сократить влияние электроэрозионных, электроискровых составляющих процесса абразивного электрохимического шлифования, за счет чего обеспечить требуемую шероховатость, качество поверхностного слоя боковых поверхностей и точность обрабатываемых пазов.

Ключевые слова: абразивное шлифование, жаропрочный интерметаллидный сплав, механическое резание, электрохимическое анодное растворение, электроэрозионная обработка, очистка и правка абразивного инструмента.

Для цитирования: Таймасова Л. А., Рамазанов К. Н. Исследование параметра для оценки засаленности абразивного инструмента при электрохимическом алмазном шлифовании деталей из жаропрочного сплава ВКНА-1В-ВИ // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 75–82.

L.A. Taimasova¹ ✉, K.N. Ramazanov²

¹ LLC “RO-Repair OFE”; ² UUSaT

✉ Corresponding author

INVESTIGATION OF A PARAMETER FOR ASSESSING THE GREASINESS OF AN ABRASIVE TOOL DURING ELECTROCHEMICAL DIAMOND GRINDING OF PARTS MADE OF HEAT-RESISTANT ALLOY VKNA-1V-VI

Abstract

The article describes a method for processing parts made of heat-resistant intermetallic alloy VKNA-1B-VI with periodic controlled cleaning of the cutting tool during the technological operation of cutting deep, narrow, extended grooves. When processing heat-resistant alloys, the material of the part is rapidly wrapped on the abrasive wheel, which leads to an increase in thermomechanical effects in the processing zone, a reduction in the interelectrode gap and deterioration of conditions for sludge evacuation, the formation of metal contact between the circle and the workpiece, intensification of electroerosion, electric spark processes, which worsens the quality of the surface layer and the roughness of the side surfaces the processed part. As studies have shown, when obtaining extended grooves, cleaning the circle is necessary before the processing process is completed. At the same time, during constant cleaning, rapid tool wear occurs, so the cleaning process should be regulated and occur only when required. An adaptive method of abrasive electrochemical grinding with periodic, controlled cleaning of the cutting tool is proposed based on the parameter for estimating the contamination of the circle, defined as the ratio of the cutting force to the duration of the electrochemical dissolution phase per rotation of the spindle. To implement the method, the machine was equipped with an additional electrode-tool, a process current source and an electrolyte supply system to the cleaning zone. Studies have shown that the application of the proposed method allows to reduce thermomechanical forces in the processing zone, reduce the influence of electroerosive, electric spark components of the abrasive electrochemical grinding process, thereby ensuring the required roughness, the quality of the surface layer of the side surfaces and the accuracy of the grooves being processed.

Keywords: abrasive grinding, heat-resistant intermetallic alloy, mechanical cutting, electrochemical anodic dissolution, electroerosion treatment, cleaning and straightening of abrasive tools.

For citation: Taimasova L. A., Ramazanov K. N. Investigation of a parameter for assessing the greasiness of an abrasive tool during electrochemical diamond grinding of parts made of heat-resistant alloy VKNA-1V-VI. *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 75–82. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 83–92.

УДК 621.355.9

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 83–92.

И. Сидоров^{1,2}, В.В. Жилинский¹, И.В. Рязанов², Е.М. Проскурина³✉¹ УО «Белорусский государственный технологический университет»;² ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»; ³ ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

✉ Автор для корреспонденции

КАТОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ФЕРРОЦИАНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация

В настоящей работе апробирован усовершенствованный жидкостный метод синтеза ферроцианидов Fe, Co, Mn и Ni со структурой берлинской лазури и субмикронными размерами. Анализ полученных ферроцианидов осуществляли методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) с использованием микроскопа высокого разрешения Zeiss (Германия) с нанесением Au–Pd слоя; методом рентгенофазового анализа (РФА) на дифрактометре Bruker D8 ADVANCE (Германия) в CuK_α -излучении; методом инфракрасной Фурье-спектроскопии (ИК-Фурье) с использованием спектрометра Spectrum Two (Perkin Elmer, США) и приставки нарушенного полного внутреннего отражения с алмазным кристаллом (НПВО).

Исследованы электрохимические свойства этих соединений в катодах натрий-ионных батарей. Наибольшей удельной емкостью в 136 мАч/г обладал образец $\text{Na}_2\text{Co}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наименьшей удельной емкостью в 103 мАч/г обладал образец $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Ключевые слова: аналоги берлинской лазури, ферроцианиды, синтез, структура, натрий-ионный аккумулятор.

Для цитирования: Сидоров И., Жилинский В.В., Рязанов И.В., Проскурина Е.М. Катодные материалы для накопителей энергии на основе ферроцианидов переходных металлов // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 83–92.

I. Sidorov^{1,2}, V.V. Zhylinski¹, I.V. Ryazanov², E.M. Proskurina³✉¹ Belarusian State Technological University; ² National Academy of Sciences of Belarus for Materials Science;³ MSUT “STANKIN”

✉ Corresponding author

CATHODE MATERIALS FOR ENERGY STORAGES BASED ON TRANSITION METAL FERROCYANIDES

Abstract

In this article, we tested an improved liquid-based method for the synthesis of ferrocyanides Fe, Co, Mn and Ni with a Prussian blue structure and submicron sizes. The analysis of the obtained ferrocyanides was carried out by scanning electron microscopy (SEM) using a high-resolution Zeiss microscope (Germany) with an Au-Pd layer; by X-ray phase analysis (XRD) on a Bruker D8 ADVANCE diffractometer (Germany) in CuK_α

radiation; by infrared Fourier spectrometry (IR Fourier) using a Spectrum spectrometer Two (Perkin Elmer, USA) and the prefixes of the disturbed total internal reflection with a diamond crystal (NPVO).

The electrochemical properties of these compounds in the cathodes of sodium-ion batteries were studied. The sample $\text{Na}_2\text{Co}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ had the highest specific capacity of 136 mAh/g. The sample $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ had the lowest specific capacity of 103 mAh/g.

Keywords: prussian blue analogues, ferrocyanides, synthesis, structure, sodium-ion battery.

For citation: Sidorov I., Zhylinski V.V., Ryazanov I.V., Proskurina E.M. Cathode materials for energy storages based on transition metal ferrocyanides. *Vestnik MSUT "Stankin"*. 2024. No 3 (70). P. 83–92. (In Russian)

Научная статья

УДК 658.58

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 93–103.

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 93–103.

О.В. Дрозд

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

СИСТЕМА ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Аннотация

Современные достижения в области интеллектуальных датчиков и промышленного Интернета вещей предоставляют возможность непрерывного контроля работы технологического оборудования, оценки его производительности и эффективности функционирования. Метод прогностического технического обслуживания позволяет прогнозировать тенденции изменения и деградации эксплуатационных характеристик с использованием методов статистического анализа и моделей машинного обучения. Также для решения актуальной проблемы автоматизации оперативного контроля производственного оборудования, прогнозирования его состояния и визуализации рекомендаций по техническому обслуживанию могут использоваться человеко-машинные интерфейсы с использованием технологии дополненной реальности. Цель данной работы заключается в реализации механизмов прогностического обслуживания в условиях механообрабатывающего производства. Для достижения этой цели была разработана система прогностического технического обслуживания с использованием технологии дополненной реальности, обеспечивающая сбор данных о функционировании технологического оборудования, прогностическую аналитику и вывод результатов с использованием технологии дополненной реальности в доступном для персонала формате. Подробно рассмотрены техническая реализация и результаты программно-аппаратного моделирования функционального прототипа предлагаемой системы прогностического технического обслуживания. Реализуемая при этом процедура прогностического технического обслуживания предполагает первичное формирование рекомендаций по техническому обслуживанию, регистрацию и оперативную обработку графических маркеров целевого оборудования с форматированием и выводом полученных рекомендаций с использованием технологии дополненной реальности. Результаты моделирования показали, что используемые методы статистического анализа не обеспечивают прогнозирования значений функциональных параметров объекта технического обслуживания. При этом для решения данной задачи может использоваться комбинированная модель машинного обучения в форме последовательного соединения сверточной и рекуррентной нейронных сетей.

Ключевые слова: прогностическое техническое обслуживание, дополненная реальность, обеспечение механообрабатывающего производства, машинное обучение.

Для цитирования: Дрозд О.В. Система прогностического технического обслуживания с использованием технологии дополненной реальности // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 93–103.

O.V. Drozd

Siberian Federal University

PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEM USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

Abstract

Modern advances in the field of smart sensors and the Industrial Internet of Things provide the opportunity to continuously monitor the operation of process equipment, assess its performance and operational efficiency. Predictive maintenance allows performance trends and degradation using statistical analysis techniques and machine learning models. Also, to solve the actual problem of automating the production equipment operational control, predicting its condition and visualizing recommendations for maintenance, human-machine interfaces using augmented reality technology can be used. The aim of the work is to implement predictive maintenance mechanisms in machining production conditions. To achieve this aim, the predictive maintenance system was developed using augmented reality technology, which provides data collection on the operation of the process equipment, predictive analytics and output of the results obtained using augmented reality technology in a format accessible to personnel. The technical implementation and results of hardware and software modeling of the proposed predictive maintenance system functional prototype are considered in detail. The simulation results showed that the statistical analysis methods used do not provide functional parameters values prediction of the maintenance object. At the same time, the use of a combined analysis method with combination of Convolutional Neural Network (CNN) and Recurrent Neural Network (RNN) provides sufficient accuracy in predicting parameters for practical use. The introduction of the proposed system into existing production planning and management software for manufacturing makes it possible to increase the overall efficiency of operational planning and production management.

Keywords: predictive maintenance, augmented reality, machining manufacturing support, machine learning.

For citation: Drozd O.V. Predictive maintenance system using augmented reality technology. *Vestnik MSUT "Stankin"*. 2024. No 3 (70). P. 93–103. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 104–113.

УДК 681.5

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 104–113.

П.Е. Корнеев

Егорьевский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ С УЧЕТОМ ФАКТОРА УДАЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация

Единое информационное пространство территориально рассредоточенных промышленных объектов при создании автоматизированных систем управления играет ключевую роль в вопросах управления технологическими процессами и производствами. Фактор удалённости объекта управления и диспетчерского пункта на десятки – сотни километров друг от друга не должен оказывать влияние на оперативность и точность передачи в реальном масштабе времени технологических цифровых данных и управляющих команд. В статье рассмотрен вопрос беспроводной передачи технологической информации посредством эллиптически поляризованной электромагнитной волны с применением метода квадратурной амплитудно-поляризационной манипуляции. Использование эллиптически поляризованной электромагнитной волны в качестве переносчика технологической информации на расстояния позволяет увеличить помехозащищённость автоматизированных систем управления, функционирующих в очень сложной помеховой обстановке. В работе также предложены аналитические выражения для квадратурных составляющих поляризационно-манипулированных сигналов, произведено математическое моделирование данных квадратурных составляющих при вариативных значениях геометрических параметров эллипса поляризации электромагнитной волны. Результатом математического моделирования явилась графическая интерпретация сигнального созвездия, которое представляет собой обобщение сигнальных созвездий применяемых сегодня методов цифровой передачи информации. В статье приведена структурная схема модулятора при передаче цифровых данных методом квадратурной амплитудно-поляризационной манипуляции. Практическая значимость работы заключается в универсальности предложенного вида манипуляции сигналов, который может быть применён вместо традиционных квадратурных видов манипуляции в системах передачи цифровых технологических данных.

Ключевые слова: автоматизация технологических процессов, поляризационно-манипулированный сигнал, метод квадратурной амплитудно-поляризационной манипуляции.

Для цитирования: Корнеев П.Е. Совершенствование передачи цифровых данных в автоматизированных системах управления технологическими процессами с учетом фактора удаленности производства // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 104–113.

P.E. Korneev

Yegoryevsk Institute of Technology (branch) MSUT “STANKIN”

IMPROVEMENT OF DIGITAL DATA TRANSMISSION IN AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEMS, TAKING INTO ACCOUNT THE FACTOR OF REMOTENESS OF PRODUCTION

Abstract

The unified information space of geographically dispersed industrial facilities plays a key role in the creation of automated control systems in the management of technological processes and production facilities. The factor of remoteness of the control facility and the control room for tens to hundreds of kilometers from each other should not affect the efficiency and accuracy of real-time transmission of technological digital data and control commands. The article considers the issue of wireless transmission of technological information by means of an elliptically polarized electromagnetic wave using the method of quadrature amplitude-polarization manipulation. The use of an elliptically polarized electromagnetic wave as a carrier of technological information over distances makes it possible to increase the noise immunity of automated control systems operating in a very difficult interference environment. Analytical expressions for quadrature components of polarization-manipulated signals are also proposed in the work, mathematical modeling of these quadrature components is performed for variable values of geometric parameters of the ellipse of polarization of an electromagnetic wave. The result of mathematical modeling was a graphical interpretation of the signal constellation, which is a generalization of the signal constellations of the methods of digital information transmission used today. The article presents a block diagram of a modulator in the transmission of digital data by quadrature amplitude-polarization manipulation. The practical significance of the work lies in the universality of the proposed type of signal manipulation, which can be used instead of traditional quadrature types of manipulation in digital technological data transmission systems.

Key words: automation of technological processes, polarization-manipulated signal, method of quadrature amplitude-polarization manipulation.

For citation: Korneev P.E. Improvement of digital data transmission in automated process control systems, taking into account the factor of remoteness of production. *Vestnik MSUT “Stankin”*. 2024. No 3 (70). P. 104–113. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 114–121.

УДК 621.735.016.2

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 114–121.

Ф. Юсеф

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация

Разработан программный эмулятор для моделирования процесса интероперабельности беспроводных сенсорных сетей. Работа программного эмулятора основана на моделировании процесса обработки кадров данных от множества узлов беспроводной сенсорной сети ZigBee и WirelessHART по методике «посредники». Эмулятор унификации построен с помощью подхода, сходного с событийной моделью, с использованием асинхронных и синхронных циклов и других функций для обработки разных событий, связанных с процессом унификации. Составлен и представлен алгоритм работы скрипта унификации кадров данных от множества узлов. Осуществлена программная реализация эмулятора путем использования языка программирования Python и среды Visual Code Studio. Обоснована эффективность разработанного программного эмулятора путем проведения модельных экспериментов при различных параметрах и сценариях. Рассмотрены следующие сценарии: зависимость времени обработки кадра от настраиваемой интенсивности пакетов и от количества узлов, зависимость коэффициента потери кадров стандартов WH/ZB от интенсивности пакетов. Заданы следующие параметры: количество устройств, значение полезной нагрузки и интенсивность пакетов (частота генерируемых пакетов). Рассмотрены показатели эффективности беспроводной сенсорной сети: коэффициент потери кадров и общее затраченное время обработки кадра (время исполнения). Проанализированы полученные результаты эмуляции и сделан вывод, что увеличение регулируемого значения интенсивности пакетов и количества узлов увеличивает значение времени обработки кадра и значение коэффициента потери кадров. Доказана адекватность разработанного программного эмулятора, так как полученный результат эмуляции коэффициента потери кадров сходится с ранее полученным результатом при моделировании аналогичных процессов и сценариев в среде имитационного моделирования OMNeT++.

Ключевые слова: программный эмулятор, интероперабельность, беспроводные сенсорные сети, показатели эффективности.

Для цитирования: Юсеф Ф. Компьютерное моделирование процесса обеспечения интероперабельности беспроводных сенсорных сетей // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 114–121.

F. Yousef

MSUT “STANKIN”

COMPUTER MODELING OF THE PROCESS OF ENSURING THE INTEROPERABILITY OF WIRELESS SENSOR NETWORKS

Abstract

A software emulator to simulate the process of interoperability of wireless sensor networks has been developed. The operation of the software emulator is based on modeling the process of handling data frames from multiple nodes of the ZigBee/WirelessHART wireless sensor network using the “intermediary” technique. The unification emulator is built with an approach similar to the event model, where asynchronous and synchronous cycles and other functions are used to handle various events, related to the unification process.

The operation algorithm of the script of data frames unification from multiple nodes has been created and presented. The programming implementation of the software emulator is carried out using the Python programming language and Visual Code Studio environment. The effectiveness of the developed software emulator is justified by conducting model experiments under various parameters and scenarios. The following scenarios are considered, such as the dependency of the frame processing time on the configurable packet intensity and the number of nodes, and also the dependency of the frame loss coefficient of the WH/ZB standards on the packet intensity. The following parameters are given, such as the number of devices, the payload value and the packet intensity (the frequency of generated packets). The following performance indicators of a wireless sensor network have been studied, such as the frame loss coefficient and the total spent frame processing time (execution time). The obtained emulation results are analyzed, where it is concluded that an increase in the regulated value of packet intensity and the number of nodes increases the value of frame processing time and the value of the frame loss coefficient. The adequacy of the developed software emulator was proven, where it was noted that the obtained result of emulating the frame loss coefficient converges with the earlier obtained results at modeling similar processes and scenarios in the OMNeT++ simulation environment.

Keywords: software emulator, interoperability, wireless sensor networks, performance indicators.

For citation: Yousef F. Computer modeling of the process of ensuring the interoperability of wireless sensor networks. *Vestnik MSUT "Stankin"*. 2024. No 3 (70). P. 114–121. (In Russian)

Научная статья

Вестник МГТУ «Станкин». 2024. № 3 (70). С. 122–131.

УДК 621.735.016.2

Vestnik MSUT “Stankin”. 2024. No. 3 (70). P. 122–131.

А.Н. Феофанов, В.А. Шпандарук ✉

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

✉ Автор для корреспонденции

ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОСТИ РАСЧЕТА ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ НА ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ ПО МЕТОДУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА МАТЕРИАЛА, СРЕЗАЕМОГО МАТЕРИАЛА ИНСТРУМЕНТОМ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы расчета трудоемкости изготовления корпусных деталей на фрезерных станках с числовым программным управлением. Возможности расчета трудоемкости на ранней стадии подготовки производства. Представлен новый метод определения трудоемкости на основе определения объема материала, срезаемого инструментом. Представленный метод учитывает в расчетах такие параметры детали, как: технологический процесс, материал, количество в партии, режимы резания с привязкой к конкретному оборудованию, термическую обработку, гальванические и лакокрасочные покрытия, а также объем срезаемого инструментом материала. Расчет трудоемкости производится на основании чертежа и не требует разработки технологического процесса, что, в свою очередь, позволяет разгрузить технологическую службу предприятия для оценки рентабельности заказов. Для расчета трудоемкости не требуется высокой квалификации нормировщиков, так как все данные берутся из справочников предприятия и конструкторской документации. В дальнейшем данный метод может быть использован для создания автоматизированной системы предварительного расчета трудоемкости изготовления корпусных деталей на фрезерных станках с ЧПУ на ранней стадии подготовки производства, которая позволит оценить рентабельность производства продукции, рассмотреть возможность изготовления деталей в указанные сроки, рассчитать трудоемкость изготовления деталей на различном оборудовании, имеющемся на предприятии, так как трудоемкость на этом оборудовании может быть разной и, как следствие, отличаться по стоимости. Станки, на которых данная продукция изготавливается, могут быть загружены в установленные сроки изготовления деталей [1].

Ключевые слова: трудоемкость, металлообработка, технологические переделы, подготовка производства, методы расчета трудоемкости.

Для цитирования: Феофанов А.Н., Шпандарук В.А. Повышение оперативности расчета трудоемкости изготовления корпусной детали на фрезерном станке с ЧПУ по методу определения объема материала, срезаемого инструментом // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 3 (70). – С. 122–131.

A.N. Feofanov, V.A. Shpandaruk ✉

MSUT “STANKIN”

✉ Corresponding author

INCREASING THE EFFICIENCY OF CALCULATING THE LABOR INTENSITY OF MANUFACTURING A BODY PART ON A CNC MILLING MACHINE USING THE METHOD OF DETERMINING THE VOLUME OF MATERIAL CUT BY THE TOOL

Abstract

The article discusses issues of calculating the labor intensity of manufacturing body parts on milling machines with numerical control. Possibility of calculating labor intensity at an early stage of production preparation. A new method for determining labor intensity through the instrumental processing volume is

described. Based on the described method, labor intensity is calculated. The presented method takes into account in the calculations such parameters of the part as: material, quantity, cutting modes with reference to specific equipment, heat treatment, galvanic and paint coatings, as well as the volume of processed material. The calculation of labor intensity is carried out according to the drawing and does not require the development of a technological process, which in turn allows you to relieve the enterprise's technological service for assessing the profitability of third-party orders. To calculate labor intensity, highly qualified standard setters are not required, since all data is taken from enterprise reference books and design documentation. In the future, this method can be used to create an automated system for preliminary calculation of the labor intensity of manufacturing body parts on CNC milling machines at an early stage of production preparation, which will allow assessing the profitability of production, considering the possibility of production within the specified time frame, calculating the labor intensity of manufacturing products on various available equipment at the enterprise, because the labor intensity of this equipment can be different and, as a result, differ in cost, and also the machines on which these products can be manufactured can be loaded within the required production time [1].

Keywords: labor intensity, metalworking, technological processes, production preparation, methods of calculating labor intensity.

For citation: Feofanov A.N., Shpandaruk V.A. Increasing the efficiency of calculating the labor intensity of manufacturing a body part on a CNC milling machine using the method of determining the volume of material cut by the tool. *Vestnik MSUT "Stankin"*. 2024. No 3 (70). P. 122–131. (In Russian)