

СОДЕРЖАНИЕ**2.5.4. РОБОТЫ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ***Го У, В.В. Серебрянный, М.А. Шереужев, С. Шэнь, С. Чжан*

Распознавание и отслеживание механических инструментов в коллаборативной робототехнической ячейке с применением механизма внимания..... 8

2.5.5. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ*О.О. Янушевич, Н.И. Крихели, О.В. Крамар, М.С. Ноздрина, А. Смирнов,**Н.В. Солис Пинарготе, П.Ю. Перетягин, С.Н. Григорьев*

Исследование механических и электрических характеристик керамических композитов на основе оксидов алюминия и циркония, армированных оксидом графена, полученных методом ИПС 19

*Н.И. Крихели, О.В. Крамар, Н.Ю. Перетягин, Н.Г. Ундрцова,**П.Ю. Перетягин, С.Н. Григорьев*

Исследование свойств покрытий, сформированных микродуговым оксидированием на титановом сплаве в электролитах с различным содержанием оксида графена 29

*А.А. Верещака, Е.С. Сотова, А.Е. Селезнев, Г.В. Оганян,**В.В. Пирогов, К.М. Макаревич, С.А. Рябцев*

Влияние скорости резания на износостойкость режущего инструмента с покрытиями Me-MeN-(Me,Mo,Al)N (где Me – Zr, Ti или Cr) при точении заготовок из никель-хромового сплава 36

*А.А. Верещака, Е.С. Сотова, М.Ш. Мигранов,**В.В. Пирогов, К.М. Макаревич, С.А. Рябцев*

Исследование трибологических и функциональных свойств многослойно-композиционного покрытия Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N 47

В.А. Гречишников, А.В. Исаев, А.С. Приходько

Повышение эффективности обработки тел вращения по методу фрезоточения в сравнении с процессом шлифования 58

А.А. Филатова, Т.В. Тарасова

Влияние режимов селективного лазерного плавления на физико-механические свойства коррозионностойких сталей аустенитного и мартенситного классов..... 65

2.5.6. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

М.В. Вартанов, Е.А. Коган, Нгуен Ван Линь

Анализ условий заклинивания нежестких цилиндрических деталей при роботизированной сборке на основе применения силомоментного датчика 80

В.Н. Сызранцев, А.И. Стариков

Повышение надежности работы арочных цилиндрических передач на основе определения граничных величин смещения, обеспечивающих касание колес 93

2.3.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

С.В. Евстафиева, Р.Л. Пушков

Разработка инструментария кроссплатформенной сборки ядра системы управления мехатронными системами 103

Н.С. Чикунов, Ю.Я. Еленава

Разработка модели системы поддержки принятия врачебных решений 112

СОБЫТИЯ И ДАТЫ 121

Тематический указатель статей,
опубликованных в журнале
«Вестник МГТУ «Станкин» в 2023 году 124

CONTENTS

2.5.4. ROBOTS, MECHATRONICS AND ROBOTIC SYSTEMS

G. Wu, V.V. Serebrenny, M.A. Shereuzhev, X. Shen, X. Zhang

Recognition and tracking of mechanical tools in a collaborative robotic cell using attention mechanism 8

2.5.5. TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF MECHANICAL AND PHYSICAL-TECHNICAL PROCESSING

O.O. Yanushevich, N.I. Krikheli, O.V. Kramar, M.S. Nozdrina, A. Smirnov, N.W. Solis Pinargote, P.Yu. Peretyagin, S.N. Grigoriev

Study of mechanical and electrical properties of alumina and zirconia based ceramic composites toughened by graphene oxide fabricated by SPS..... 19

N.I. Krikheli, O.V. Kramar, N.Yu. Peretyagin, N.G. Undritsova, P.Yu. Peretyagin, S.N. Grigoriev

Study of properties of coatings formed by micro-arc oxidation on titanium alloy in electrolytes with different graphene oxide content..... 29

A.A. Vereschaka, E.S. Sotova, A.E. Seleznev, G.V. Oganyan, V.V. Pirogov, K.M. Makarevich, S.A. Ryabtsev

Influence of cutting speed on wear resistance of a cutting tool with Me-MeN-(Me,Mo,Al)N coatings (where Me is Zr, Ti or Cr) when turning nickel-chromium alloy workpieces..... 36

A.A. Vereschaka, E.S. Sotova, M.Sh. Migranov, V.V. Pirogov, K.M. Makarevich, S.A. Ryabtsev

Research of tribological and functional properties of multilayer-composite coating Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N 47

V.A. Grechishnikov, A.V. Isaev, A.S. Prikhodko

Increasing the efficiency of processing bodies of rotation using the turn-milling method in comparison with the grinding process 58

A.A. Filatova, T.V. Tarasova

The influence of selective laser melting on the physical and mechanical properties of corrosion-resisting steels of the austenitic and martensitic classes 65

2.5.6. TECHNOLOGY OF MACHINE BUILDING

M.V. Vartanov, E.A. Kogan, Nguyen Van Linh

Analysis of the jamming conditions of non-rigid cylindrical parts during robotic assembly based on the use of a force-torque sensor 80

V.N. Syzrantsev, A.I. Starikov

Improving the reliability of the operation of arched cylindrical gears based on the determination of the boundary values of displacement that ensure the wheels touch 93

2.3.3. AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND PRODUCTIONS

S.V. Evstafieva, R.L. Pushkov

Developing tools for mechatronic systems control system kernel cross-platform building 103

N.S. Chikunov, Yu. Ya. Eleneva

Development of a model of a medical decision support system 112

EVENTS AND DATES 121

Thematic index of articles published in the journal «Vestnik MSUT «Stankin» in 2023 124

Го У¹, В.В. Серебряный¹, М.А. Шереушев², С. Шэнь¹, С. Чжан³

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана

² ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

³ Национальный оборонный научно-технический университет

РАСПОЗНАВАНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ В КОЛЛАБОРАТИВНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНИЗМА ВНИМАНИЯ

Аннотация

В статье представлена разработанная система компьютерного зрения для промышленных сценариев применения коллаборативных роботов. Рассмотрены задачи, связанные с окклюзией металлических пластин. Основной акцент сделан на задаче распознавания механических инструментов, удерживаемых в руках рабочими. Возникают серьезные проблемы с окклюзией в процессе взаимодействия между рукой оператора и рабочим объектом. Для решения данной проблемы и для увеличения возможности извлечения особых признаков изображений с учетом контекстуальной информации, в рассматриваемой архитектуре используются механизмы выявления закономерностей между входными и выходными данными – модули внимания. К примеру, в модулях внимания использованы механизмы пространственного внимания Criss-Cross и SimAM, которые генерируют трехмерные веса, объединяя каналы и пространственные измерения. В этом контексте представлены три модифицированные модели для распознавания механических инструментов, удерживаемых в руках, с учетом проблемы окклюзии. Модели распознавания основаны на YOLOv5. В рамках работы интегрирован алгоритм отслеживания SORT в детектор YOLOv5. Создан специализированный набор данных, ориентированный на задачу распознавания механических инструментов, удерживаемых в руках. Оценки производительности трех модифицированных моделей показали эффективность модуля SimAM и ограниченную эффективность модуля пространственного внимания Criss-Cross.

Ключевые слова: коллаборативная робототехника, система технического зрения, взаимодействие человека и робота, взаимодействие рук с объектами, распознавание объектов с учетом окклюзии, механизм внимания.

Образец цитирования: У Го, Серебряный В.В., Шереушев М.А., Шэнь С., Чжан С. Распознавание и отслеживание механических инструментов в коллаборативной робототехнической ячейке с применением механизма внимания // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 8–18. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_8

G. Wu¹, V.V. Serebrenny¹, M.A. Shereuzhev², X. Shen¹, X. Zhang³

¹ Bauman Moscow State Technical University

² MSUT “STANKIN”

³ National University of Defense Technology

RECOGNITION AND TRACKING OF MECHANICAL TOOLS IN A COLLABORATIVE ROBOTIC CELL USING ATTENTION MECHANISM

Abstract

The article develops a computer vision system for an industrial situation involving metal plate riveting and focuses on the problem of recognizing hand-held mechanical tools. A serious occlusion problem arises in the process of hand-object interaction. To solve the occlusion problem and improve the ability to extract features with contextual information, attention modules are often used in the main part. For example, Criss-Cross and SimAM spatial attention, which generates 3D weights by combining channels and spatial dimensions. In this regard, three modified models based on YOLOv5 for occlusion-aware hand-held mechanical tool recognition were proposed. SORT tracking algorithm was integrated into YOLOv5 detector. A custom dataset was created for our hand-held mechanical tool recognition task. After evaluating the performance of the three modified models, the effectiveness of the SimAM module and the limited effectiveness of the Criss-Cross spatial attention layer were confirmed.

Keywords: collaborative robotics, computer vision, human robot collaboration, hand object interaction, occlusion-aware object detection, attention mechanism.

For citation: Wu G., Serebrenny V.V., Shereuzhev M.A., Shen X., Zhang X. [Recognition and tracking of mechanical tools in a collaborative robotic cell using attention mechanism] // Vestnik MSUT “Stankin”. – 2023. – No 4 (67). – P. 8–18. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_8 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_19

УДК 621.763

**О.О. Янушевич¹, Н.И. Крихели¹, О.В. Крамар¹, М.С. Ноздрина¹, А. Смирнов²,
Н.В. Солис Пинарготе², П.Ю. Перетягин², С.Н. Григорьев²**

¹ ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова»

² ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ЦИРКОНИЯ, АРМИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ГРАФЕНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИПС

Аннотация

В данной работе представлено исследование влияния содержания восстановленного оксида графена (rGO) на физико-механические и электрические свойства керамических композитов на основе оксидов алюминия и циркония. Для этого был получен оксид графена с помощью модифицированного метода Хаммерса. Гомогенные смеси керамических порошков и оксида графена были получены методом коллоидной обработки. Используя технологию искрового плазменного спекания (ИПС), были получены высокоплотные композиты. Также в процессе спекания оксид графена был термически восстановлен, что подтверждено рамановской спектроскопией. Микроструктура, фазовый состав и механическое поведение спеченных композитов были изучены. Исследования микроструктуры показали равномерное распределение диоксида циркония в керамической матрице. Спеченный керамический композит с содержанием 0,28 мас. % rGO показал улучшенные механические свойства: прочность при изгибе составила 876 ± 43 МПа, вязкость разрушения $6,8 \pm 0,3$ МПа·м^{1/2} и твердость $17,6 \pm 0,3$ ГПа. Исследование электропроводности композитов показало, что даже при самом низком (0,28 мас. %) содержании восстановленного оксида графена позволяет использовать метод электроэрозионной обработки для изготовления изделий сложной формы, что значительно снижает стоимость производства.

Ключевые слова: графен, оксид графена, оксид алюминия, диоксид циркония, искровое плазменное спекание, микроструктура, механические и электрические свойства.

Образец цитирования: Янушевич О.О., Крихели Н.И., Крамар О.В., Ноздрина М.С., Смирнов А., Солис Пинарготе Н.В., Перетягин П.Ю., Григорьев С.Н. Исследование механических и электрических характеристик керамических композитов на основе оксидов алюминия и циркония, армированных оксидом графена, полученных методом ИПС // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 19–28. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_19

**O.O. Yanushevich, N.I. Krikheli, O.V. Kramar, M.S. Nozdrina, A. Smirnov,
N.W. Solis Pinargote, P.Yu. Peretyagin, S.N. Grigoriev**

¹ FSBEI HE “A.I. Yevdokimov MSMSU”

² MSUT “STANKIN”

STUDY OF MECHANICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF ALUMINA AND ZIRCONIA BASED CERAMIC COMPOSITES TOUGHENED BY GRAPHENE OXIDE FABRICATED BY SPS

Abstract

This paper presents a study of the influence of the reduced graphene oxide (rGO) concentration on the physical-mechanical and electrical properties of ceramic composites based on aluminum and zirconium oxides. For this purpose, graphene oxide was obtained using a modified Hammers method. Homogeneous mixtures of ceramic powders and graphene oxide were obtained by wet processing route. Using the technology of spark plasma sintering (SPS),

high-density composites were produced. Also, after sintering graphene oxide was thermally reduced, which was confirmed by Raman spectroscopy. The microstructure, phase composition and mechanical behaviour of the sintered composites were studied. The microstructure studies showed a uniform distribution of zirconia in the ceramic matrix. The sintered ceramic composite with 0.28 wt.% rGO showed improved mechanical properties: flexural strength was 876 ± 43 MPa, fracture toughness 6.8 ± 0.3 MPa·m^{1/2} and hardness 17.6 ± 0.3 GPa. The study of the electrical conductivity of composites showed that even at the lowest (0.28 wt.%) content of reduced graphene oxide makes it possible to use the method of electrical discharge machining to manufacture products of complex shape, which significantly reduces the production value.

Keywords: graphene, graphene oxide, alumina, zirconia, spark plasma sintering, microstructure, mechanical and electrical properties.

For citation: Yanushevich O.O., N.I. Krikheli, Kramar O.V., Nozdrina M.S., Smirnov A., Solis Pinargote N.W., Peretyagin P.Yu., Grigoriev S.N. [Study of mechanical and electrical properties of alumina and zirconia based ceramic composites toughened by graphene oxide fabricated by SPS] // Vestnik MSUT “Stankin”. – 2023. – No 4 (67). – P. 19–28. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_19 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_29

УДК 621.793

**Н.И. Крихели¹, О.В. Крамар¹, Н.Ю. Перетягин², Н.Г. Ундрицова²,
П.Ю. Перетягин², С.Н. Григорьев²**

¹ ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова»² ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ МИКРОДУГОВЫМ ОКСИДИРОВАНИЕМ НА ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ В ЭЛЕКТРОЛИТАХ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОКСИДА ГРАФЕНА

Аннотация

В данной работе представлено исследование влияния содержания оксида графена (ОГ) в базовом силикатно-гипофосфитном электролите на свойства покрытий (морфология поверхности, твердость, фазовый анализ и рамановская спектроскопия), сформированных микродуговым оксидированием на титановом сплаве VT6. Процесс микродугового оксидирования производился в силикатно-гипофосфитном электролите, состоящем из $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}(\text{PH}_2\text{O}_2) \cdot \text{H}_2\text{O}$, с добавками различного содержания оксида графена. Микродуговое оксидирование проводилось на экспериментальной установке в анодно-катодном режиме (50 Гц), при соотношении анодного и катодного токов 1:1 и плотности суммарного тока $20 \text{ A}/\text{dm}^2$ с продолжительностью обработки 30 мин. Проведенные исследования показали, что увеличение концентрации оксида графена приводит к уменьшению открытой пористости, к увеличению толщины и шероховатости покрытий, но повышение его концентрации, в свою очередь, не показывает значительных увеличений данных показателей. В работе отмечено повышение твердости от 333 до 368 HV с увеличением концентрации оксида графена. Рентгенофазовый анализ покрытий показал наличие таких фаз, как рутил, анатаз и находящиеся в аморфном состоянии титаносиликаты и алюмосиликаты. Рамановская спектроскопия исследованных образцов с различным содержанием оксида графена подтвердила наличие оксида графена в сформированных оксидных слоях.

Ключевые слова: графен, оксид графена, титановый сплав, микродуговое оксидирование, микроструктура, механические свойства.

Образец цитирования: Крихели Н.И., Крамар О.В., Перетягин Н.Ю., Ундрицова Н.Г., Перетягин П.Ю., Григорьев С.Н. Исследование свойств покрытий, сформированных микродуговым оксидированием на титановом сплаве в электролитах с различным содержанием оксида графена // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 29–35. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_29

**N.I. Krikheli¹, O.V. Kramar¹, N.Yu. Peretyagin², N.G. Undritsova²,
P.Yu. Peretyagin², S.N. Grigoriev²**

¹ FSBEI HE “A.I. Yevdokimov MSMSU”² MSUT “STANKIN”

STUDY OF PROPERTIES OF COATINGS FORMED BY MICRO-ARC OXIDATION ON TITANIUM ALLOY IN ELECTROLYTES WITH DIFFERENT GRAPHENE OXIDE CONTENT

Abstract

This paper presents a study of the effect of graphene oxide (GO) content in the base silicate-hypophosphite electrolyte on the properties of coatings (surface morphology, hardness, phase analysis and Raman spectroscopy) formed by micro-arc oxidation on titanium alloy VT6. The micro-arc oxidation process was carried out in a silicate-hypophosphite electrolyte consisting of $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Na}(\text{PH}_2\text{O}_2) \cdot \text{H}_2\text{O}$, with additives of different contents of graphene oxide. Micro-arc oxidation was carried out on an experimental setup in an anodic-cathodic mode (50 Hz), at an anodic to cathodic current ratio of 1:1 and total current density of $20 \text{ A}/\text{dm}^2$ with a treatment duration of 30 min. The studies have shown that increasing the concentration of graphene oxide leads to a decrease in open porosity, to an increase in the thickness and roughness of coatings, but increasing its concentration in turn does not show a significant increase in these indicators. An increase in hardness from 333 to 368 HV with increasing concentration of graphene oxide was

observed in this work. X-ray phase analysis of the coatings showed the presence of phases such as rutile, anatase, and amorphous titanosilicates and aluminosilicates. Raman spectroscopy of the studied samples with different content of graphene oxide confirmed the presence of graphene oxide in the formed oxide layers.

Keywords: graphene, graphene oxide, titanium, micro-arc oxidation, microstructure, mechanical properties.

For citation: Krikheli N.I., Kramar O.V., Peretyagin N. Yu., Undritsova N.G., Peretyagin P. Yu., Grigoriev S.N. [Study of properties of coatings formed by micro-arc oxidation on titanium alloy in electrolytes with different graphene oxide content] // Vestnik MSUT “Stankin”. – 2023. – No 4 (67). – P. 29–35. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_29 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_36

УДК 67.02

*А.А. Верещака¹, Е.С. Сотова¹, А.Е. Селезнев¹, Г.В. Оганян¹,
В.В. Пирогов², К.М. Макаревич², С.А. Рябцев³*

¹ ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»² РТУ МИРЭА³ Фонд развития промышленности

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЯМИ МЕ-МЕН-(МЕ,МО,АL)N (ГДЕ МЕ – ZR, ТI ИЛИ CR) ПРИ ТОЧЕНИИ ЗАГОТОВОК ИЗ НИКЕЛЬ-ХРОМОВОГО СПЛАВА

Аннотация

В статье представлены результаты исследования характера взаимодействия покрытий Me-MeN-(Me,Mo,Al)N (где Me – Zr, Ti или Cr) с контактирующей средой на основе системы Ni-Cr. Исследования проводились при точении никель-хромового сплава с различными скоростями резания. Была определена твердость покрытий, исследована их наноструктура и фазовый состав. Исследования показали, что при повышенных скоростях резания наилучшую износостойкость показывают инструменты с покрытием на основе ZrN при том, что при меньших скоростях резания этот показатель был лучше у покрытий на основе TiN и CrN. Было установлено активное формирование при высоких скоростях резания оксидов в покрытии на основе ZrN, менее активное формирование оксидов в покрытии на основе CrN. В покрытии на основе TiN формирования оксидов не было обнаружено. Исследовался также характер трещинообразования в покрытиях.

Ключевые слова: нитридные покрытия, точение, никелевый сплав, нанослойные структуры.

Образец цитирования: Верещака А.А., Сотова Е.С., Селезнев А.Е., Оганян Г.В., Пирогов В.В., Макаревич К.М., Рябцев С.А. Влияние скорости резания на износостойкость режущего инструмента с покрытиями Me-MeN-(Me,Mo,Al)N (где Me – Zr, Ti или Cr) при точении заготовок из никель-хромового сплава // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 36–46. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_36

*A.A. Vereschaka¹, E.S. Sotova¹, A.E. Seleznev¹, G.V. Oganyan¹,
V.V. Pirogov², K.M. Makarevich², S.A. Ryabtsev³*

¹ MSUT “STANKIN”² RTU MIREA³ Industrial Development Fund

INFLUENCE OF CUTTING SPEED ON WEAR RESISTANCE OF A CUTTING TOOL WITH ME-MEN-(ME,MO,AL)N COATINGS (WHERE ME IS ZR, TI OR CR) WHEN TURNING NICKEL-CHROMIUM ALLOY WORKPIECES

Abstract

The article presents the results of studying the nature of the interaction of Me-MeN-(Me,Mo,Al)N coatings (where Me is Zr, Ti or Cr) with a contact medium based on the Ni-Cr system. The research was carried out during the turning of a nickel-chromium alloy with different cutting speeds. The hardness of the coatings was determined, their nanostructure and phase composition were studied. Studies have shown that at higher cutting speeds, the best wear resistance is shown by ZrN-based tools, while at lower cutting speeds this indicator was better for coatings based on TiN and CrN. It was found that active formation at high cutting speeds of oxides in the coating based on ZrN, less active formation of oxides in the coating based on CrN. No formation of oxides was found in the TiN-based coating. The nature of crack formation in coatings was also studied.

Keywords: nitride coatings, turning, nickel alloy, nanolayer structures.

For citation: Vereschaka A.A., Sotova E.S., Seleznev A.E., Oganyan G.V., Pirogov V.V., Makarevich K.M., Ryabtsev S.A. [Influence of cutting speed on wear resistance of a cutting tool with Me-MeN-(Me,Mo,Al)N coatings (where Me is Zr, Ti or Cr) when turning nickel-chromium alloy workpieces] // Vestnik MSUT "Stankin". – 2023. – No 4 (67). – P. 36–46. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_36 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_47

УДК 67.02

*А.А. Верещака¹, Е.С. Сотова¹, М.Ш. Мигранов¹,
В.В. Пирогов², К.М. Макаревич², С.А. Рябцев³*

¹ ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»² РТУ МИРЭА³ Фонд развития промышленности

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНО-КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N

Аннотация

Исследуются свойства многослойно-композиционного покрытия Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N с наноструктурированным износостойким слоем. Исследование трибологических свойств показало, что адгезионная составляющая коэффициента трения данного покрытия в диапазоне температур 600–1000 °С ниже, чем у твердосплавного образца без покрытия и с рядом покрытий на основе нитридов Ti, Cr, Zr, Nb и Al. Были исследованы режущие свойства твердосплавного инструмента с рассматриваемым покрытием при резании нержавеющей стали AISI 321 на различных скоростях резания. Исследован характер разрушения покрытия при резании. В результате изучения элементного и фазового состава в области границы инструментального материала и покрытия был выявлен окислительно-диффузионный слой толщиной 20–40 нм. В данном слое фиксируется активная диффузия железа и других компонентов стали в покрытие, а также диффузия молибдена из покрытия в обрабатываемый материал в сочетании с окислительными процессами. Установлено, что толщина окислительно-диффузионного слоя при обработке инструментом с покрытием в 10–15 раз меньше, чем у непокрытого инструмента. При том, что в поверхностных слоях покрытия фиксируется некоторое содержание кислорода, активного формирования оксидов Al₂O₃, MoO₃ и Cr₂O₃ не выявлено, в прилегающих к поверхности покрытия слоях обрабатываемого материала обнаружено формирование заметного количества Fe₂O₃.

Ключевые слова: физическое осаждение из паровой фазы (PVD), коэффициент трения, период стойкости инструмента, термостабильность, износ инструмента.

Образец цитирования: Верещака А.А., Сотова Е.С., Мигранов М.Ш., Пирогов В.В., Макаревич К.М., Рябцев С.А. Исследование трибологических и функциональных свойств многослойно-композиционного покрытия Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 47–57. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_47

*A.A. Vereschaka¹, E.S. Sotova¹, M.Sh. Migranov¹,
V.V. Pirogov², K.M. Makarevich², S.A. Ryabtsev³*

¹ MSUT “STANKIN”² RTU MIREA³ Industrial Development Fund

RESEARCH OF TRIBOLOGICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF MULTILAYER-COMPOSITE COATING Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N

Abstract

The properties of a multilayer-composite coating Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N with a nanostructured wear-resistant layer are investigated. The study of tribological properties showed that the adhesive component of the friction coefficient of this coating in the temperature range of 600–1000 °C is lower than that of an uncoated carbide sample and with a number of coatings based on Ti, Cr, Zr, Nb, and Al nitrides. The cutting properties of a carbide tool with

the coating in question were studied when cutting AISI 321 stainless steel at various cutting speeds. The nature of the destruction of the coating during cutting is investigated. As a result of studying the elemental and phase composition, an oxidation-diffusion layer 20–40 nm thick was revealed in the region of the interface between the tool material and the coating. In this layer, active diffusion of iron and other steel components into the coating is recorded, as well as diffusion of molybdenum from the coating into the material being processed in combination with oxidative processes. It has been established that the thickness of the oxidation-diffusion layer during processing with a coated tool is 10–15 times less than that of an uncoated tool. While some oxygen content is fixed in the surface layers of the coating, no active formation of Al_2O_3 , MoO_3 , and Cr_2O_3 oxides was detected, and a noticeable amount of Fe_2O_3 was detected in the layers of the treated material adjacent to the surface of the coating.

Keywords: physical vapor deposition (PVD), coefficient of friction, tool life period, thermal stability, tool wear.

For citation: Vereschaka A.A., Sotova E.S., Migranov M.Sh., Pirogov V.V., Makarevich K.M., Ryabtsev S.A. [Research of tribological and functional properties of multilayer-composite coating Cr,Mo-(Cr,Mo)N-(Cr,Mo,Al)N] // Vestnik MSUT “Stankin”. – 2023. – No 4 (67). – P. 47–57. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_47 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_58

УДК 621.941.01

В.А. Гречишников, А.В. Исаев, А.С. Приходько

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ПО МЕТОДУ ФРЕЗОТОЧЕНИЯ В СРАВНЕНИИ С ПРОЦЕССОМ ШЛИФОВАНИЯ

Аннотация

В данной статье рассматривается процесс обработки тел вращения фрезоточением как новый перспективный метод обработки тел вращения, в том числе и длинномерных валов из труднообрабатываемых материалов. Описываются и анализируются методы обработки тел вращения фрезоточением и шлифованием, определяются недостатки шлифования при обработке тел вращения и возможность устранения данных недостатков при обработке тел вращения фрезоточением. Описывается сравнение профильного шлифования с фрезоточением, анализируются преимущества и недостатки профильного шлифования в сравнении с фрезоточением. Также в данной статье приводится сравнительный анализ методов обработки с использованием конкретной детали, представленной валом сложного профиля, который необходимо обработать по контуру. Вал состоит из двух ступеней различного диаметра, чистота поверхности которых составляет Ra1,6 и Ra0,8. Описываются расчет режимов резания для обработки данного вала шлифованием и расчет режимов резания для обработки данного вала фрезоточением, данные расчеты сравниваются и анализируются. В качестве параметра для сравнения методов обработки используется суммарное технологическое время обработки ступеней вала. Анализ режимов резания и суммарного технологического времени показывает, что производительность фрезоточения вала выше, чем производительность его шлифования. Также в данной статье представлены расчет величины шероховатости, достигаемой при обработке, и расчет стойкости инструмента в процессе обработки. Данные расчеты проведены для каждого метода обработки. Анализ результатов расчетов показывает, что при обработке фрезоточением и при обработке шлифованием можно достичь одной и той же величины шероховатости поверхности, однако стойкость инструмента при обработке фрезоточением будет выше, чем при обработке шлифованием, что позволяет повысить производительность изготовления тел вращения. В заключении статьи описываются и анализируются все результаты, полученные в ходе сравнения и анализа рассмотренных методов обработки.

Ключевые слова: фрезоточение, шлифование, дисковая фреза, шлифовальный круг, высота микронеровностей, стойкость инструмента.

Образец цитирования: Гречишников В.А., Исаев А.В., Приходько А.С. Повышение эффективности обработки тел вращения по методу фрезоточения в сравнении с процессом шлифования // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 58–64. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_58

V.A. Grechishnikov, A.V. Isaev, A.S. Prikhodko

MSUT “STANKIN”

INCREASING THE EFFICIENCY OF PROCESSING BODIES OF ROTATION USING THE TURN-MILLING METHOD IN COMPARISON WITH THE GRINDING PROCESS

Abstract

In this article, the process of processing bodies of rotation by turn-milling is considered as a new promising method of processing bodies of rotation, including long shafts made of hard-to-process materials. The methods of processing bodies of rotation by turn-milling and grinding are described and analyzed, the disadvantages of grinding when processing bodies of rotation and the possibility of eliminating these disadvantages when processing bodies of rotation by turn-milling are determined. The comparison of profile grinding with turn-milling is described, the advantages and

disadvantages of profile grinding in comparison with turn-milling are analyzed. Also, this article provides a comparative analysis of processing methods using a specific part represented by a shaft of a complex profile that needs to be processed along the contour. The shaft consists of two stages of different diameters, the surface purity of which is Ra1,6 and Ra0,8. The calculation of cutting modes for processing this shaft by grinding and the calculation of cutting modes for processing this shaft by turn-milling are described, these calculations are compared and analyzed. The total processing time of the shaft stages is used as a parameter for comparing processing methods. Analysis of cutting modes and total technological time shows that the turn-milling of the shaft affects less time than grinding. Also, this article presents the calculation of the amount of roughness achieved during processing, and the calculation of the durability of the tool in the process of working out. These calculations are carried out for each processing method. Analysis of the calculation results shows that during turn-milling and grinding processing, the same amount of surface roughness can be achieved, however, tool durability during turn-milling processing will be higher than during grinding, which allows to increase the productivity of manufacturing bodies of rotation. In conclusion, the article describes and analyzes all the results obtained during the comparison and analysis of the methods considered.

Keywords: turn-milling, grinding, disk-milling cutter, grinding wheel, the height of the micronutrients, tool life.

For citation: Grechishnikov V.A., Isaev A.V., Prikhodko A.S. [Increasing the efficiency of processing bodies of rotation using the turn-milling method in comparison with the grinding process] // Vestnik MSUT "Stankin". – 2023. – No 4 (67). – P. 58–64. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_58 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_65

УДК 621.735.016.2

А.А. Филатова, Т.В. Тарасова

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО И МАРТЕНСИТНОГО КЛАССОВ

Аннотация

Приведены результаты исследований порошков отечественного производителя из коррозионностойких сталей аустенитного и мартенситного классов, используемых в работе для селективного лазерного плавления (СЛП). Проведена оптимизация контролируемых параметров методов СЛП с помощью параметрического анализа. Установлено влияние режимов СЛП и последующей термообработки на физико-механические свойства сталей. Показано, что образцы из стали мартенситного класса обладают более высокой твердостью и прочностью, но меньшей пластичностью по сравнению с образцами, изготовленными по традиционной технологии. Результаты сравнительных испытаний на электрохимическую коррозию также показали более высокую коррозионную стойкость после СЛП. Износостойкость у образцов из сталей мартенситного класса, полученных СЛП без последующей термической обработки выше, чем у образцов, полученных традиционным способом. В работе также показано влияние последующей термообработки на свойства сталей в зависимости от направления выращивания образцов.

Ключевые слова: аддитивное производство, селективное лазерное плавление, коррозионностойкие стали (20X13, 40X13, 12X18H9T), металлические порошки, последующая термическая обработка, гранулометрический анализ.

Образец цитирования: Филатова А.А., Тарасова Т.В. Влияние режимов селективного лазерного плавления на физико-механические свойства коррозионностойких сталей аустенитного и мартенситного классов // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 65–79. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_65

A.A. Filatova, T.V. Tarasova

MSUT “STANKIN”

THE INFLUENCE OF SELECTIVE LASER MELTING ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CORROSION-RESISTING STEELS OF THE AUSTENITIC AND MARTENSITIC CLASSES

Abstract

The results of studies of powders produced by domestic manufacturer from corrosion-resistant steels of the austenitic and martensitic classes, used for selective laser melting (SLM), are presented. Optimization of controlled parameters in SLM methods was carried out using parametric analysis. The influence of SLM modes and subsequent heat treatment on the physical and mechanical properties of steels has been established. It has been shown that samples made of martensitic steel have higher hardness and strength, but lower ductility compared to samples made using traditional technology. The results of comparative tests for electrochemical corrosion also showed higher corrosion resistance after SLM. The wear resistance of samples made of martensitic steels obtained by SLM without subsequent heat treatment is higher than that of samples obtained by the traditional method. The work also shows the influence of subsequent heat treatment on the properties of steels depending on the direction in which the samples are grown.

Keywords: additive manufacturing, selective laser melting, corrosion-resistant steels (20Kh13, 40Kh13, 12Kh18N9T), metal powders, thermal post-processing, particle size analysis.

For citation: Filatova A.A., Tarasova T.V. [The influence of selective laser melting on the physical and mechanical properties of corrosion-resisting steels of the austenitic and martensitic classes] // Vestnik MSUT “Stankin”. – 2023. – No 4 (67). – P. 65–79. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_65 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_80

УДК 621.757

М.В. Вартанов, Е.А. Коган, Нгуен Ван Линь

ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЗАКЛИНИВАНИЯ НЕЖЕСТКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛОМОМЕНТНОГО ДАТЧИКА

Аннотация

При разработке технологии роботизированной сборки необходимо определение условий заклинивания нежестких деталей. Разработаны математические модели этапов сопряжения при роботизированной сборке, необходимые для идентификации сигналов с силомоментного датчика. Полученные аналитические решения позволяют определить условия возникновения заклинивания упругого вала при двухточечном контакте в процессе сопряжения вала с жесткой втулкой. Расчетные и экспериментальные значения момента определяют условия заклинивания и позволяют корректировать программную траекторию выходного звена робота в процессе сопряжения.

Ключевые слова: роботизированная сборка, силомоментный датчик, условия заклинивания, нежесткие детали.

Образец цитирования: Вартанов М.В., Коган Е.А., Нгуен Ван Линь. Анализ условий заклинивания нежестких цилиндрических деталей при роботизированной сборке на основе применения силомоментного датчика // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 80–92. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_80

M.V. Vartanov, E.A. Kogan, Nguyen Van Linh

Moscow Polytechnic University

ANALYSIS OF THE JAMMING CONDITIONS OF NON-RIGID CYLINDRICAL PARTS DURING ROBOTIC ASSEMBLY BASED ON THE USE OF A FORCE-TORQUE SENSOR

Abstract

To develop the technology of robotic assembly, it is necessary to conduct a study of the jamming conditions of non-rigid parts. Mathematical models of coupling stages during robotic assembly have been developed, which are necessary for identification of signals from a force-torque sensor. The obtained analytical solutions allow us to determine the conditions for the occurrence of jamming of the non-rigid shaft during two-point contact during the coupling of the shaft with the bushing. The calculated and experimental torque values determine the jamming conditions and make it possible to correct the programmed trajectory of the robot's output link during the mating process.

Keywords: robotic assembly, force-torque sensor, jamming conditions, non-rigid parts.

For citation: Vartanov M.V., Kogan E.A., Nguyen Van Linh. [Analysis of the jamming conditions of non-rigid cylindrical parts during robotic assembly based on the use of a force-torque sensor] // Vestnik MSUT "Stankin". – 2023. – No 4 (67). – P. 80–92. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_80 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_93

УДК 621.833.2(31)

В.Н. Сызранцев, А.И. Стариков

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ АРОЧНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЧНЫХ ВЕЛИЧИН СМЕЩЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ КАСАНИЕ КОЛЕС

Аннотация

Представлена геометрия активных поверхностей арочных зубьев цилиндрических колес, формообразование которых осуществляется специализированным режущим инструментом (круговой резцовой головкой) методом обката с прерывистым делением. Описана процедура образования двух разнесенных по длине арочных зубьев, зон контакта в цилиндрической передаче путем осевого смещения полуколес. Рассмотрены задачи расчета: координат точек двух активных действующих линий в зацеплении арочных зубьев при наличии угла перекоса, размеров и расположения на сопряженных поверхностях зубьев в этих точках мгновенных пятен контакта, суммарной зоны касания. Результаты решения этих задач позволяют определить граничные величины смещения полуколес, обеспечивающие касание колес в двух зонах контакта при наличии угла перекоса.

Ключевые слова: цилиндрическая передача, арочные зубья, две зоны контакта.

Образец цитирования: Сызранцев В.Н., Стариков А.И. Повышение надежности работы арочных цилиндрических передач на основе определения граничных величин смещения, обеспечивающих касание колес // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 93–102. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_93

V.N. Syzrantsev, A.I. Starikov

Tyumen Industrial University

IMPROVING THE RELIABILITY OF THE OPERATION OF ARCHED CYLINDRICAL GEARS BASED ON THE DETERMINATION OF THE BOUNDARY VALUES OF DISPLACEMENT THAT ENSURE THE WHEELS TOUCH

Abstract

The geometry of the active surfaces of the arched teeth of cylindrical wheels is presented, the shaping of which is carried out by a specialized cutting tool (circular cutter head) by the method of rolling with intermittent division. The procedure for the formation of two arched teeth spaced along the length of the contact zones in a cylindrical transmission by axial displacement of the half-wheels is described. The problems of calculation are considered: the coordinates of the points of two active lines in the engagement of arched teeth in the presence of a skew angle, the sizes and location on the conjugate surfaces of the teeth at these points of instantaneous contact spots, the total contact zone. The results of solving these problems allow us to determine the boundary values of the displacement of the half-wheels, which ensure that the wheels touch in two contact zones in the presence of a skew angle.

Keywords: spur gear, arched teeth, two contact zones.

For citation: Syzrantsev V.N., Starikov A.I. [Improving the reliability of the operation of arched cylindrical gears based on the determination of the boundary values of displacement that ensure the wheels touch] // Vestnik MSUT «Stankin». – 2023. – No 4 (67). – P. 93–102. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_93 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_103

УДК 62-50:004.057.8

С.В. Евстафиева, Р.Л. Пушков
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ СБОРКИ ЯДРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Аннотация

Рассмотрена архитектура распределенной память-центрической системы управления на базе коммуникационной среды, отдельные задачи системы управления выполняются на разных процессорах – в зависимости от требуемых вычислительных ресурсов. Необходимость обеспечения соответствующего уровня доверенности системы требует применения процессоров отечественного производства, которые не всегда обладают достаточными для системы управления производительностью и количеством потоков. Выявлены проблемы сборки программного обеспечения в случае применения программно-аппаратных комплексов различных архитектур: необходимо применять набор программно-аппаратных систем, полностью аналогичный тем, на которых системы управления будут исполняться, что в общем случае приводит к бесконечному набору вариантов. Рассмотрены процессы сборки программного обеспечения с использованием виртуальных машин, контейнеров и инструментов для кроссплатформенной сборки, выявлены достоинства и недостатки каждого из способов. Предложена структура системы автоматической сборки программного обеспечения системы управления. Разработан кроссплатформенный инструментарий для сборки память-центрической системы управления, работающей на базе разных процессоров. Использование кроссплатформенного инструментария для сборки распределенной память-центрической системы управления, работающей на базе процессоров с разными архитектурами, формализует, упрощает и ускоряет процесс сборки системы управления мехатронным оборудованием.

Ключевые слова: доверенная система управления, кросскомпиляция, ЧПУ, программное обеспечение.

Образец цитирования: Евстафиева С.В., Пушков Р.Л. Разработка инструментария кроссплатформенной сборки ядра системы управления мехатронными системами // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 103–111. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_103

S.V. Evstafieva, R.L. Pushkov
MSUT “STANKIN”

DEVELOPING TOOLS FOR MECHATRONIC SYSTEMS CONTROL SYSTEM KERNEL CROSS-PLATFORM BUILDING

Abstract

The architecture of a distributed memory-centric control system based on a communication environment is considered; individual tasks of the control system are performed on different processors, depending on the required computing resources. The need to ensure an appropriate level of system trust requires the use of domestically produced processors, which do not always have sufficient performance and number of threads to manage the system. Problems of software assembly have been identified in the case of using hardware and software systems of various architectures: it is necessary to use a set of software and hardware systems completely similar to those on which the control systems will be executed, which in the general case leads to an endless set of options. The processes of software assembly using virtual machines, containers and tools for cross-platform assembly are considered, the advantages and disadvantages of each method are identified. The structure of the system for automatic assembly of control system software is proposed. A cross-platform toolkit has been developed for assembling a memory-centric control system running on different processors. The use of cross-platform tools for assembling a distributed memory-centric control system running on processors with different architectures formalizes, simplifies and speeds up the process of assembling a control system for mechatronic equipment.

Keywords: trusted control system, crosscompilation, CNC, application software.

For citation: Evstafieva S.V., Pushkov R.L. [Developing tools for mechatronic systems control system kernel cross-platform building] // Vestnik MSUT “Stankin”. – 2023. – No 4 (67). – P. 103–111. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_103 (In Russian)

Научная статья

DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_112

УДК 004.891.3

Н.С. Чикунов, Ю.Я. Еленева

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ

Аннотация

Рассматривается необходимость внедрения и эффект от применения медицинских информационных систем для обработки и хранения разнородных данных. Описывается общая структура системы поддержки принятия решений и особенности её использования в медицине. Проанализированы существующие структуры систем поддержки принятия решений, позволившие сформулировать требования к разрабатываемой системе поддержки принятия врачебных решений, в соответствии с которыми предложена концептуальная модель и структура системы. В результате разработана модель системы поддержки принятия врачебных решений, состоящая из подсистем мониторинга, обработки и обогащения данных, оркестрации и модуля предварительной обработки текста.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, система поддержки принятия врачебных решений, диагностическая модель, интеллектуальные модели, обработка данных.

Образец цитирования: Чикунов Н.С., Еленева Ю.Я. Разработка модели системы поддержки принятия врачебных решений // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 4 (67). – С. 112–120. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_112

N.S. Chikunov, Yu. Ya. Eleneva

MSUT “STANKIN”

DEVELOPMENT OF A MODEL OF A MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEM

Abstract

The need for implementation and the effect of using medical information systems for processing and storing heterogeneous data are considered. The general structure of the decision support system and the features of its use in medicine are described. The existing structures of decision support systems were analyzed, which made it possible to formulate the requirements for the developed medical decision support system, in accordance with which a conceptual model and structure of the system was proposed. As a result, a model of a medical decision support system was developed, consisting of subsystems for monitoring, processing and enrichment of data, orchestration and a text pre-processing module.

Keywords: medical information systems, medical decision support system, diagnostic model, intelligent models, data processing.

For citation: Chikunov N.S., Eleneva Yu.Ya. [Development of a model of a medical decision support system] // Vestnik MSUT “Stankin”. – 2023. – No 4 (67). – P. 112–120. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_4_112 (In Russian)