

УДК 621.9.06

ИССЛЕДОВАНИЕ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВОРОТНОГО СТОЛА ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА

Кроль О.С., Кузовов А.Ю., Суржиков С.Н.

STUDY AND 3D-MODELING OF THE ROTARY TABLE OF THE MACHINING CENTER

Krol O., Kuzovov A., Surzhikov S.

В статье рассмотрена конструкция и кинематика обрабатывающего центра, оснащенного универсальным поворотным столом с двумя осями вращения. Дана оценка динамических характеристик механизма поворота с использованием приспособлений спутников. Реализована процедура построения 3D- модели поворотного стола привода подачи обрабатывающего центра ОЦЗВ в интегрированной системе КОМПАС - 3D с использованием прикладных библиотек и инструментария параметризации.

Ключевые слова: обрабатывающий центр, механизм поворота, поворотный стол, 3D- модель

Введение. В современном станкостроении увеличивается доля программно-управляемых обрабатывающих центров фрезерно-сверлильно-расточной группы, реализующих производство разнообразных конструкций со сложными формообразующими движениями. Эффективность процесса изготовления сложных деталей с пространственными поверхностями зависит от конструкции поворотного стола, на который устанавливаются заготовки различной формы. Все чаще эти станки оснащаются дополнительной модульной оснасткой, расширяющей технологические возможности этого оборудования.

Постановка проблемы. Реализация процесса формообразования заготовок сложной конфигурации, предполагает не только выбор оптимальных режимов резания и применения эффективных режущих инструментов, но и современных конструкций механизмов, реализующих движение подачи в условиях многокоординатной обработки. Перспективными в этом плане являются поворотные столы с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Для оценки характеристик жесткости и точности этих станочных компонентов необходимо

построение трехмерных моделей и исследование их в современных CAD/CAM/CAE системах.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах Решетова Д.Н., Каминской В.В., Портман В.Т. рассмотрены проблемы анализа конструкций и особенностей проектирования несущих систем станков и их модульной оснастки [1, 2, 3]

Эффективность процесса создания металлорежущих станка зависит от уровня качества формообразующих узлов [4]. Как известно, доля упругих деформаций элементов несущей системы, в состав которой входит поворотный стол станка составляет от 30 до 60 % общей величины податливости конструкции станка. Упругие деформации, влияющие на уровень погрешности обработки учитываются при формировании целевой функции повышения точности обработки. В процессе проектирования сначала производится предварительная конструкторская проработка основных размеров продольного и поперечного сечения элементов несущей системы, а затем это решение соотносится с результатами полученными методом конечных элементов. Зачастую это сопровождается итерационными расчетами с изменением характеристик исходной конструкции с последующим улучшением результата, и выбором приемлемого конструктивного решения.

В условиях производства все большего количества типоразмеров станков и постоянной смены конфигурации обрабатываемых деталей перспективным является проектирование и производство линейки поворотных столов, оснащенных гидромеханическими приводами [5, 6, 7].

Цель статьи. Для создания эффективной конструкции обрабатывающего центра, повышение точности рабочих перемещений привода подачи

необходимо оценить динамические характеристики поворотного стола и на базе разработанной 3D-модели провести комплексное исследование работоспособности конструкции.

Результаты исследований. В данной работе в качестве исследуемого объекта рассматривается станок специализированный многооперационный модели ОЦ-3В, который предназначен для серийного и мелкосерийного производства деталей из чугуна, стали, цветных металлов и сплавов, размеры которых позволяют устанавливать их на поворотном столе.

На станке с автоматической сменой инструментов и обрабатываемых деталей,

компоновка которого представлена на рис.1 и рис.2 могут осуществляются следующие процессы резания:

- фрезерование плоскостей, уступов, пазов с поворотом детали на любой угол с целым числом градусов, при жесткой и точной фиксации;

- фрезерование сложных криволинейных поверхностей по программе, в том числе, выполнения в отверстиях канавок, фасок при одновременно управляемых перемещениях по трем осям координат, сверление, зенкерование, развертывание;



Рис. 1. Обрабатывающий центр ОЦ3В

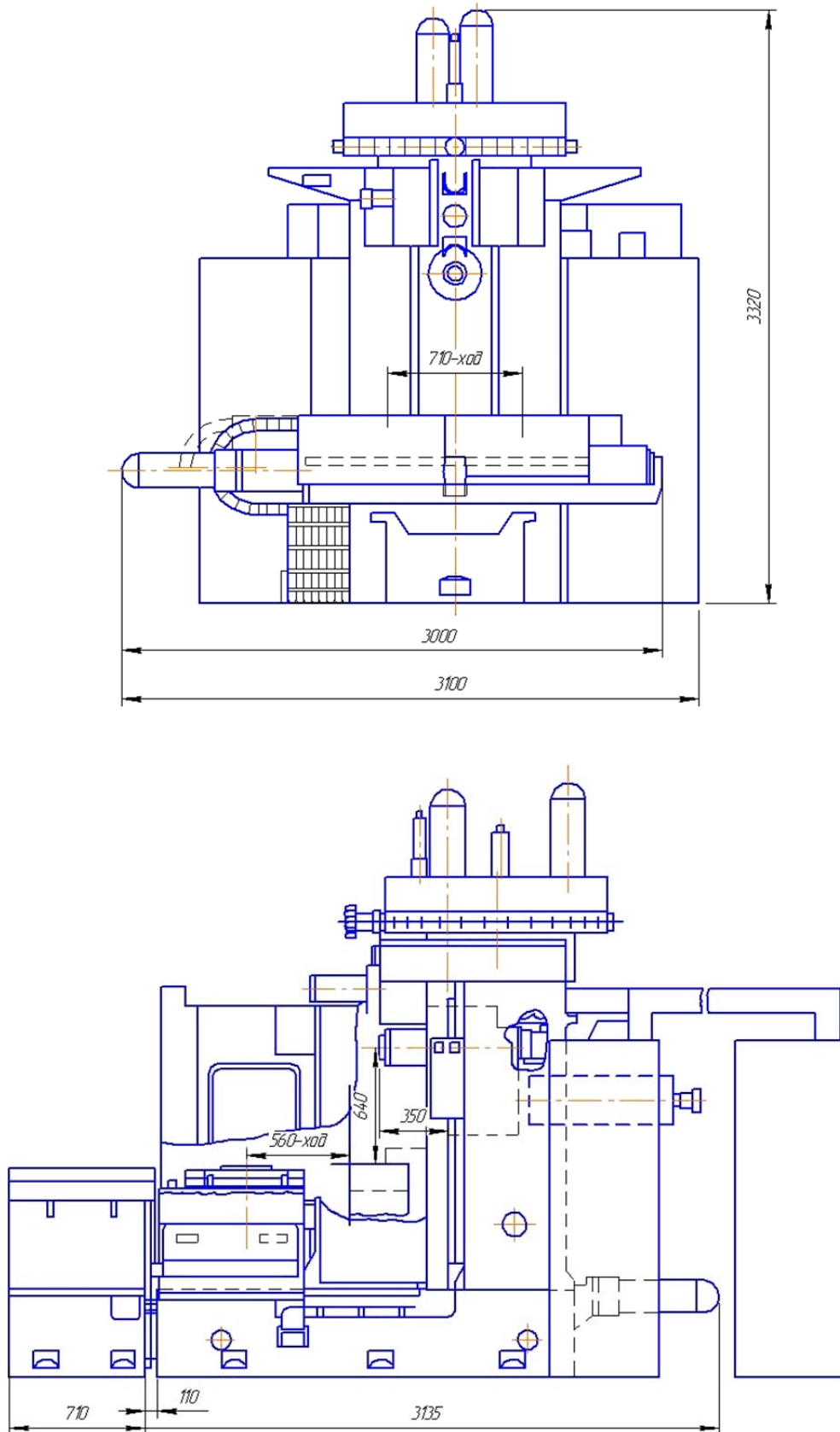


Рис. 2. Общий вид обрабатывающего центра ОЦЗВ

положения центра масс, момента инерции масс относительно центра масс [10, 11, 12, 20]. Рассмотрим задачу определения динамических характеристик механизма поворота (рис. 4), включающего планшайбу (2), приспособление спутник (3) и деталь (1)

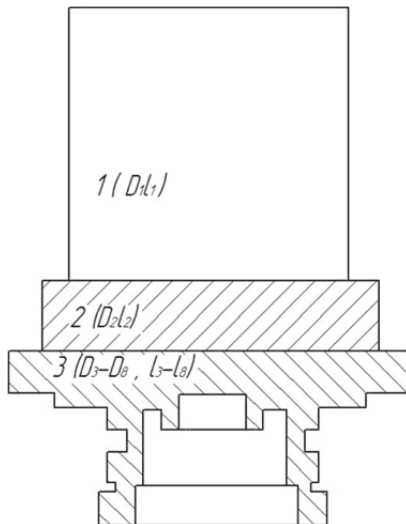


Рис. 4. Схема к расчету моментов инерции механизма поворота: 1 – деталь; 2 – планшайба; 3 – спутник

В процессе построения трехмерной модели широко использовались возможности САПР КОМПАС, его прикладные библиотеки и его инструментарий параметризации [15, 16, 17]. Эта система автоматизированного проектирования, разработанная группой компаний АСКОН, позволяет реализовать технологию коллективного сквозного 3D-проектирования изделий различного назначения. С помощью этой системы проектировщик может комплексно проводить комплекс работ по созданию трехмерных моделей и подготовке конструкторской документации. В рамках системы КОМПАС-3D осуществляется анализ напряженно-деформированного состояния с помощью интегрированного модуля АРМ FEM, а также подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ.

Для создания фотореалистического изображения используется специальный модуль ArtisanRendering, созданный английской компанией Lightworks. Это приложение встроено в систему КОМПАС-3D и позволяет получать высококачественные фотореалистические изображения изделия [18, 19]. Анализ внешнего вида будущего изделия, подбор материалов с учетом расцветки, фактуры, возможность реализации последующей обратной связи в процессе корректировки геометрии изделия – все это функции модуля ArtisanRendering.

С помощью вышеуказанного модуля выполнен рендеринг поворотного стола, который представлен на рис. 6.

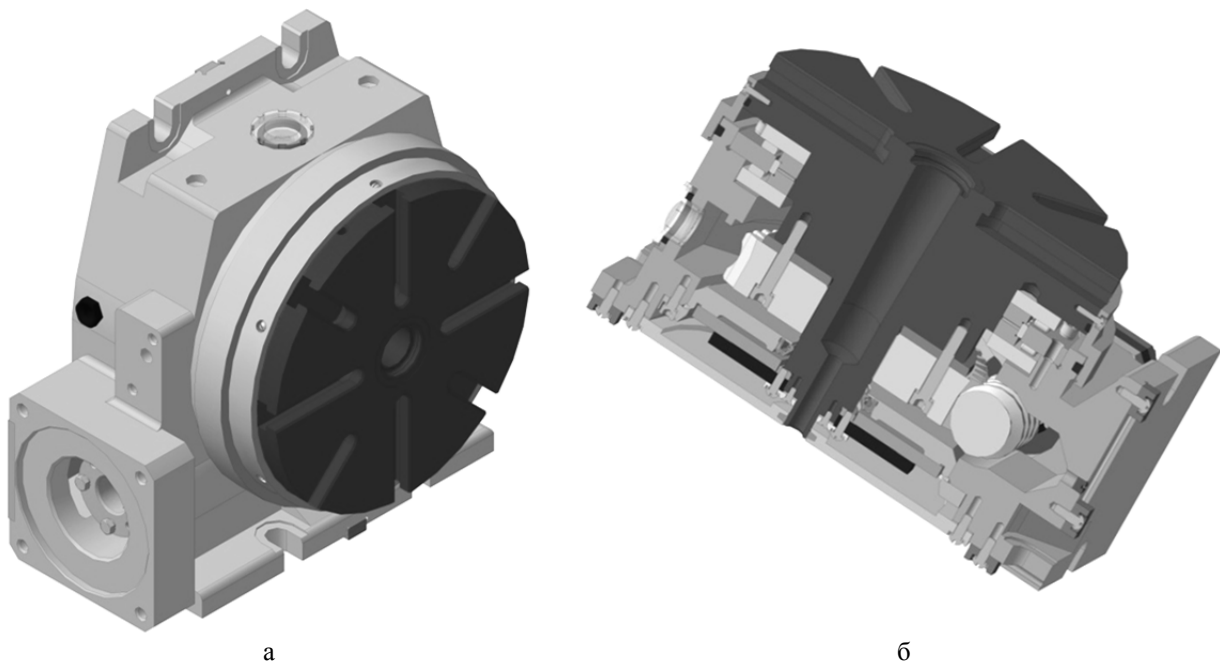


Рис. 5. Поворотный стол:
а – общий вид; б – сечение

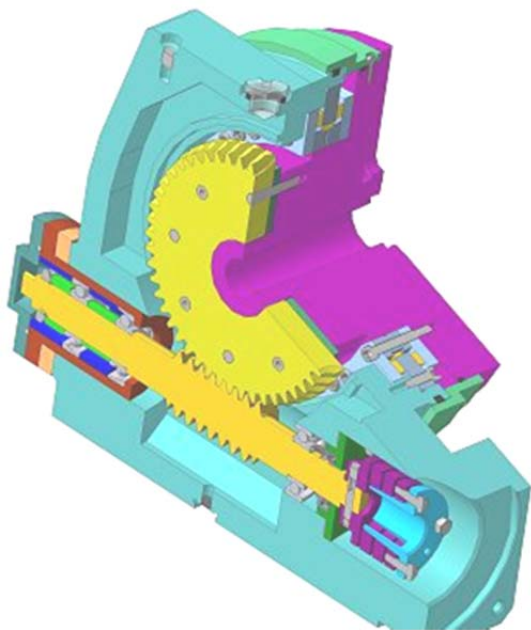


Рис. 6. Рендеринг поворотного стола в модуле Lightworks

Выводы. Проведен анализ конструкции и выполнены расчеты динамических характеристик привода подач обрабатывающего центра ОЦЗВ, который можно использовать как для автономной работы, так и встраивать в гибкую производственную систему, имеющую возможность переналадки на заданную номенклатуру деталей. Разработаны 3D-модели поворотного стола с горизонтальной и вертикальной осью вращения. В процессе разработки были использованы прикладные библиотеки КОМПАС-3D и инструментарий параметризации. Создано фотореалистическое изображение конструкции поворотного стола в модуле Lightworks.

Л и т е р а т у р а

- Решетов, Д.Н. Точность металлорежущих станков / Д.Н. Решетов, В.Т. Портман. – М.: Машиностроение, 1986. – 336 с.
- Каминская В.В., Еремин А.В, Расчетный анализ динамических характеристик токарных станков разных компоновок // Станки и инструмент, 1985, №87. – С.3-6.
- Каминская В.В., Гринглаз А.В. Расчетный анализ динамических характеристик несущих систем станков // Станки и инструмент, 1989, №2. – С.10-13.
- Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 2. Ч. 1. Расчет и конструирование узлов и элементов станков / А. С. Проников, Е. И. Борисов, В. В. Бушуев и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 371 с.
- Krol O., Sukhorutchenko I. 3D-modeling rotary table of machining centre SVM1F4 [Text] /O.Krol, I.Sukhorutchenko. – Comission of Motorization and Power Industry of Agriculture. Vol.14. Lublin, 2014. – P. 132-144.
- Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.И. Проектування металорізальних верстатів в середовищі APMWinMachine. Підручник. ISBN 978-966-590-926-2 (Затверджено МОНМСУ як підручник, гриф №1/11-4102 від 25.05.11р.). –Луганськ: Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2011. – 400 с.
- Кроль О. С. Методы и процедуры 3D-моделирования металлорежущих станков и инструментов. Монография. ISBN 978-617-11-0049-7/ О.С. Кроль. – Северодонецк: Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2015. – 120 с.
- Кроль О.С. Тривимірне моделювання металорізальних верстатів та інструментального оснащення. Навчальний посібник. ISBN 978-617-11-0074-9/ О.С. Кроль, В.І. Соколов. - Северодонецк: Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2016. – 160 с.
- Кроль О.С. Методы и процедуры динамики шпиндельных узлов: Монография. ISBN 978-617-11-0039-8/ О.С. Кроль. – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2014. – 154 с.
- Кроль О.С., Кроль А.А. Расчет податливости станка СФ68ВФ4 и моделирование динамики формообразования // Вісник СевНТУ, вип. 117 «Машинобудування та транспорт», Севастополь. – 2011. – С. 81-84.
- Кроль О.С. Твердотельное моделирование и исследование шпиндельного узла обрабатывающего центра / О.С.Кроль, А.А.Кроль, Е.И. Бурлаков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ» – № 16(989), 2013. – С. 14-18.
- Krol O. Study dynamics machining centre SF68VF4 / O. Krol, S. Belkov M. [Text] // ТЕКА Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. –Vol.14. – № 2. – 2014.– Lublin, Poland. – P. 59 – 67.
- Krol O., Osipov V. Modeling of construction spindle's node machining centre SVM1F4 [Text] / O.Krol, V.Osipov. - Comission of Motorization and Power Industry of Agriculture. Vol.13. Lublin, 2013. – P. 108-114.
- Krol O., Sukhorutchenko I. 3D-modeling and optimization spindle's node machining centre SVM1F4 [Text] / O.Krol, I.Sukhorutchenko. - Comission of Motorization and Power Industry of Agriculture. Vol.13. – Lublin, 2013. – P. 114-126.
- Кроль О. С. Параметрическое моделирование конструкций металлорежущих станков и инструментов. Учебное пособие. ISBN 978-617-11-0039-8 / О.С. Кроль. – Северодонецк: Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2015. – 128 с.
- Кроль О.С. Параметрическое моделирование металлорежущих станков и инструментов. Монография. ISBN 978-966-590-935-4 / Луганськ: Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2012. – 116 с
- Кроль О.С., Кроль А.А. Параметризация поперечных компоновок привода главного движения // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: вип.24, 2009. – С. 164-168.
- Кроль О.С., Лисица С.Н. 3D-моделирование многооперационного станка с использованием рендеринга // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – 2016. – №2 (226). – С. 26-33.
- Кроль О.С., Лисица С.Н. 3D-моделирование инструментальной оснастки обрабатывающего центра с использованием рендеринга // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – 2016. – №2 (226). – С. 34-39.
- Соколов В.І. Гідравліка. Навчальний посібник. ISBN 978-617-11-0085-5/ Соколов В.І., О.С. Кроль, О.В.Спіфанова - Северодонецк: Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2017. – 160 с.

References

1. Reshetov D.N. Accuracy of metal cutting machines / D.N. Reshetov, V.T. Portman – M.: Mashinostroenie, 1986. – 336 p.
2. Kaminskaya V.V., Eremin A.V. Estimated analysis of dynamic characteristics of turning machines of different layouts // Machine tools and instrument, 1985, No. 87. – P. 3-6.
3. Kaminskaya V.V., Gringlaz A.V. Calculated analysis of dynamic characteristics of bearing systems of machine tools // Machine tools and instrument, 1989, №2. – P.10-13.
4. Designing of metal-cutting machine tools and machine systems: Directory-textbook. In 3 v. V. 2. Ch. 1. Calculation and design of nodes and elements of machine tools / A. S. Pronikov, E. I. Borisov, V. V. Bushuyev – Moscow: Mashinostroenie, 1995. – 371 p.
5. Krol O., Sukhorutchenko I. 3D-modeling rotary table of machining center SVM1F4 [Text] / O.Krol, I.Sukhorutchenko. – Commission of Motorization and the Power Industry of Agriculture. Vol.14. Lublin, 2014. – P. 132-144.
6. Krol O. S., Shevchenko S.V., Sokolov V.I. Design of metal-cutting machine tools in the APM WinMachine environment. Textbook. ISBN 978-966-590-926-2 (Approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine as a textbook, stamp № 1 / 11-4102 dated 25.05.11). – Lugansk: Publishing house by EUNU, 2011. – 400 p.
7. Krol O.S. Methods and procedures of 3D modeling of metal-cutting machine tools and instrument. Monograph, ISBN 978-617-11-0049-7 / O.S. Krol. – Severodonetsk: Publishing house by EUNU, 2015. – 120 p.
8. Krol O.S. Three-dimensional modeling of metal-cutting machine tools and instrument. Tutorial. ISBN 978-617-11-0074-9 / O.S. Krol, VI Sokolov. – Severodonetsk: Publishing house by EUNU, 2016. – 160 p.
9. Krol O.S. Methods and procedures of dynamics of spindle nodes: Monograph. ISBN 978-617-11-0039-8 / O.S. Krol. – Lugansk: Publishing House of EUNU, 2014. – 154 p.
10. Krol O. S., Krol A.A. Calculation of the compliance of the machine СФ68ВФ4 and modeling of the dynamics of shaping // Bulletin of the SevNTU, issue. 117 "Mechanical engineering and transport", Sevastopol, 2011. – P. 81-84.
11. Krol O.S. Solid-state modeling and research of the spindle node of the machining center / O.S.Krol, A.A.Krol, E.I. Burlakov / Bulletin of the National Technical University "KPI". Series: New solutions in modern technologies. – K: NTU "KPI", No. 16 (989), 2013. – P. 14-18.
12. Krol O. Study dynamics machining center SF68VF4 / O. Krol, M. Belkov [Text] // TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. – Vol.14. – No. 2 – 2014. – Lublin, Poland. – P. 59-67.
13. Krol O., Osipov V. Modeling of the spindle's machining center SVM1F4 [Text] / O.Krol, V.Osipov. – Commission of Motorization and the Power Industry of Agriculture. Vol.13. – Lublin, 2013. – P. 108-114.
14. Krol O., Sukhorutchenko I. 3D-modeling and optimization in the spindle's node machining center SVM1F4 [Text] / O.Krol, I.Sukhorutchenko. – Commission of Motorization and the Power Industry of Agriculture. Vol.13 – Lublin, 2013. – P. 114-126.
15. Krol O. S. Parametric modeling of constructions of metal-cutting machine tools and instrument. Tutorial. ISBN 978-617-11-0039-8 / O.S. Krol. – Severodonetsk: Publishing House of EUNU, 2015. – 128 p.
16. Krol O.S. Parametric modeling of metal cutting tools and instrument. Monograph, ISBN 978-966-590-935-4 / Lugansk: Publishing House of EUNU, 2012. – 116 p.
17. Krol O. S., Krol A.A. Parametrization of transverse layouts of the drive of the main motion // Reliability of the instrument and optimization of technological systems. Digest of scientific works. – Kramatorsk: v. 24, 2009. – P. 164-168.
18. Krol O.S., Lisitsa S.N. 3D modeling of a multi-operation machine using rendering // Bulletin of the Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University. – 2016, No. 2 (226). – P. 26-33.
19. Krol O. S., Lisitsa S.N. 3D modeling of the tooling of the processing center using rendering // Bulletin of the Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University. – 2016, №2 (226). – P. 34-39.
20. Sokolov V.I. Hydraulics. Tutorial. ISBN 978-617-11-0085-5 / V.I. Sokolov, O.S. Krol, O.V. Epiphanova – Severodonetsk: Publishing House of EUNU, 2017. – 160 p.

Кроль О.С., Кузовов О.Ю., Суржиков С.М.
Дослідження і 3D-моделювання поворотного столу обробного центра

У статті розглянута конструкція і кінематика обробного центру, оснащеного універсальним поворотним столом з двома осями обертання. Дана оцінка динамічних характеристик механізму повороту з використанням пристосувань супутників. Реалізована процедура побудови 3D-моделі поворотного столу приводу подач обробного центру ОЦЗВ в інтегрованій системі КОМПАС - 3D з використанням прикладних бібліотек і інструментарію параметризації.

Ключові слова: обробний центр, механізм повороту, поворотний стіл, 3D- модель

Krol O., Kuzovov A., Surzhikov S. Study and 3D-modeling of the rotary table of the machining center

The article deals with the construction and kinematics of the machining center equipped with a universal rotary table with two axes of rotation. An estimation of the dynamic characteristics of the turning mechanism using satellites is given. The procedure for constructing the 3D model of the turning table of the feeder for the processing center OTS3V in the integrated system KOMPAS-3D with the use of application libraries and parameterization tools is implemented. The procedure for creating a photorealistic image of the design for the rotating table of the processing center in the environment of the system rendering module, integrated into the CAD KOMPAS-3D

Keywords: machining center, turning mechanism, rotary table, 3D model

Кроль О.С. – к.т.н., доцент, професор кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля, e-mail: krolos.snu.edu@gmail.com

Кузовов А.Ю. – студент кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля

Суржиков С.Н. – студент кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля

Рецензент: д.т.н., проф. **Харламов Ю.О.**

Стаття подана 21.09.2017