

УДК 621.9.06

## 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАТКИ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕНДЕРИНГА

Кроль О.С., Лисица С.Н.

## 3D-MODELLING INSTRUMENTAL EQUIPMENT MULTYOPERATION TOOL USING RENDERING

Krol O., Lysytsa S.

*Рассмотрены процедуры построения трехмерных моделей инструментальной оснастки обрабатывающих центров фрезерно-сверлильно-расточного типа с использованием, интегрированной САПР КОМПАС-3D. Представлен инструментарий создания фотореалистического изображения как инструментального магазина и автооператора, так и комплектов режущего инструмента в модуле Artisan Rendering, интегрированном в систему КОМПАС-3D.*

**Ключевые слова:** инструментальная оснастка, автооператор, режущий инструмент, твердотельная модель, САПР КОМПАС, модуль Artisan Rendering

**1. Введение.** Широкое применение обрабатывающих центров в машиностроении связано с возможностью обеспечить комплексную обработку сложных деталей с разных сторон без их перебазирования с применением автоматической смены инструмента. Эти станки выпускают для обработки корпусных заготовок методами сверления, зенкования, развертывания, растачивания, нарезания резьбы, фрезерования плоских поверхностей и контуров. Как известно производительность обрабатывающих центров в 3 – 8 раз выше, чем у обычных станков за счет резкого сокращения вспомогательного времени и тем самым увеличения доли машинного времени до 60 – 70 % в общем цикле обработки. Вспомогательное время уменьшается за счет автоматической смены инструмента, скоростного позиционирования рабочих органов станка и т.д. В современных станках время переналадки еще более уменьшается вследствие применения сменных инструментальных магазинов с заранее налаженным на размер режущим инструментом. Машинное время обработки снижается за счет интенсификации и оптимизации режимов резания, применения

современных высокопроизводительных режущих инструментов.

Вместе с тем, проектирование инструментальной системы для оснастки обрабатывающих центров представляет собой комплексную задачу. Разработка конструкторской документации (чертежей, спецификаций, схем) инструментальной оснастки многооперационных станков (обрабатывающих центров) является трудоемким и затратным процессом, занимающим значительное время. Наличие 3D-моделирования с принципом ассоциативности позволяет сгенерировать любые необходимые виды и разрезы, то есть сформировать основные чертежи, получить исходные данные для расчетов и смежных задач. И что самое важное, корректно построенная модель позволяет получать абсолютно точные перечни оборудования, изделий и материалов, используемых в этой модели, спецификации, ведомости материалов. Для реализации 3D-моделирования инструментальной оснастки используется быстро прогрессирующая система КОМПАС-3D с технологией комплексного сквозного 3D-проектирования и рендеринга, разработанная группой компаний АСКОН [1 – 3].

**2. Анализ последних исследований и публикаций.** Одним из вариантов внедрения процедуры визуализации трехмерной графики является применение системы Artisan Rendering, созданной английской компанией Lightworks. Это приложение эффективно интегрировано с системой КОМПАС-3D и позволяет получать высококачественные фотореалистические изображения изделия одновременно с выпуском конструкторской документации. Оно способно быть инструментарием для анализа внешнего вида будущего изделия, дает возможность подобрать

материалы с учетом расцветки, фактуры, с последующей обратной связью в процессе корректировки геометрии изделия в целях совершенствования внешнего вида.

Обработывающие центры можно разделить на три группы [6]:

- для обработки корпусных деталей;
- для обработки тел вращения;
- с выполнением разнородных переходов и оригинальной компоновкой.

Станки первой группы с главным движением – вращением инструмента – это станки для обработки корпусных деталей, которые имеют компоновку вертикальных, горизонтальных и продольно-обработывающих станков. Они выполняют сверление, зенкерование, развертывание, расточку, нарезание резьбы, подрезку торцов, фрезерования плоскостей и контуров. На многих станках выполняются токарные работы, а при наличии высокоскоростного шпинделя – шлифовальные. Некоторые станки оснащены устройствами для глубокого сверления, долбления и строгания.

Станки вертикального типа (со шпинделем, расположенным вертикально) предназначены для обработки плоских деталей с одной стороны: кондукторных плит, планок, крышек и т.п.

Станки горизонтального типа служат для обработки с нескольких сторон деталей, имеющих большое число гладких, ступенчатых и резьбовых отверстий, сложных контуров, плоских поверхностей.

**Целью** данной работы является совершенствование процедур проектирования инструментальной оснастки для оборудования типа обрабатывающий центр, за счет построения твердотельных моделей их конструкций и рендеринга в среде модуля Artisan Rendering.

## 2. Материалы и результаты исследования.

Под инструментальной системой (системой инструментальной оснастки) для автоматизированного оборудования понимается комплекс, состоящий из инструментальных магазинов, устройств смены инструмента, режущего и вспомогательного инструмента, а также приспособлений для их настройки.

В общем случае устройства Автоматической Смены Инструмента (АСИ) многооперационных станков состоят из следующих компонентов [3]: инструментальных магазинов, являющихся накопителями инструмента (блоков режущего и вспомогательного инструмента для инструментальных шпинделей); инструментальных манипуляторов, предназначенных для смены инструмента в шпинделе станка; промежуточных транспортных манипуляторов, предназначенных для передачи инструмента от магазина к инструментальным манипуляторам или к промежуточным позициям – накопителям инструмента.

Используются три типа устройств АСИ: для смены шпиндельного узла; для смены инструмента в шпинделе станка и комбинированные.

На рис. 1 представлен разработанный в [4] дисковый инструментальный магазин для обрабатывающего центра СВМ1Ф4 (рис. 1, а) и автооператор для смены инструмента (рис. 1, б)

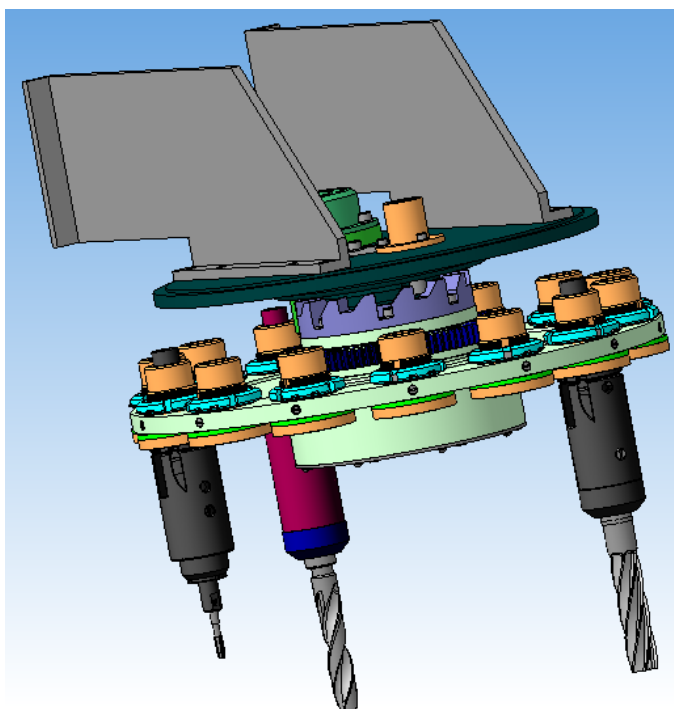
Так в специализированном вертикальном фрезерно-сверлильном станке с ЧПУ модели СФ16МФ3 используется шестишпиндельная револьверная головка (ШРГ), в которой инструменты устанавливаются в требуемой последовательности обработки заготовки, а автоматическая смена инструмента осуществляется расфиксацией, поворотом и фиксацией револьверной головки. В работе [5, 6] построены 3D-модели ШРГ и соответствующей инструментальной оснастки.

На рис.2 представлена трехмерная модель ШРГ, построенная в системе КОМПАС-3D.

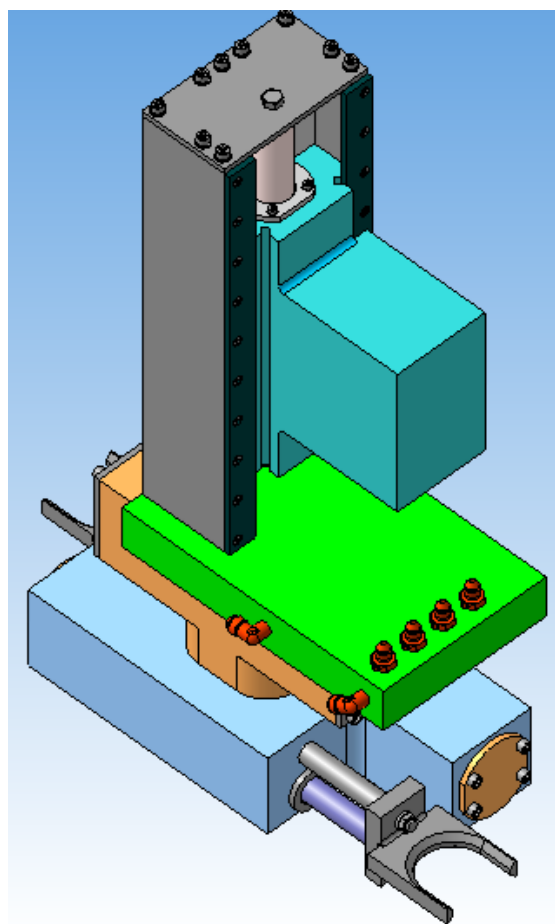
В станке используется система вспомогательного инструмента на базе инструментальных блоков, которая служит для быстрого закрепления режущего инструмента в шпинделе станка и передача ему крутящего момента. В качестве вспомогательного инструмента в обрабатывающих центрах используют патроны и оправки. Оправки главным образом предназначены для операций с большими усилиями резания, таких как торцовое фрезерование, фрезерование пазов дисковыми фрезами, растачивание отверстий большого диаметра. На рис. 3 представлены 3D-модели инструментальных блоков, используемых в ШРГ [5, 6]: оправка для развертывания (рис. 3, а); сверлильная оправка (рис. 3, б); оправка для обработки отверстия фасонным сверлом (рис. 3, в); оправка для торцового фрезерования (рис. 3, г); оправка для резьбонарезания (рис. 3, д);

Для создания фотореалистического изображения инструментальной составляющей используется модуль Artisan Rendering, интегрированный в систему КОМПАС-3D. На рис. 4 показан рендеринг ШРГ в сборе (рис. 3, а) и шпиндельного узла в котором монтируются, указанные выше инструментальные блоки.

С помощью приложения Artisan Rendering [7] получены высококачественные фотореалистические изображения режущих инструментов как средство для анализа внешнего вида будущей конструкции. В частности, это дает возможность подобрать материалы с учетом расцветки, фактуры, с последующей обратной связью в процессе корректировки геометрии изделия в целях совершенствования внешнего вида. На рис. 5 представлены режущие инструменты для фасонного сверления (рис. 5, а), нарезания резьбы (рис. 5, б), сверления (рис. 5, в), развертывания (рис. 5, г) и торцового фрезерования (рис. 5, д).

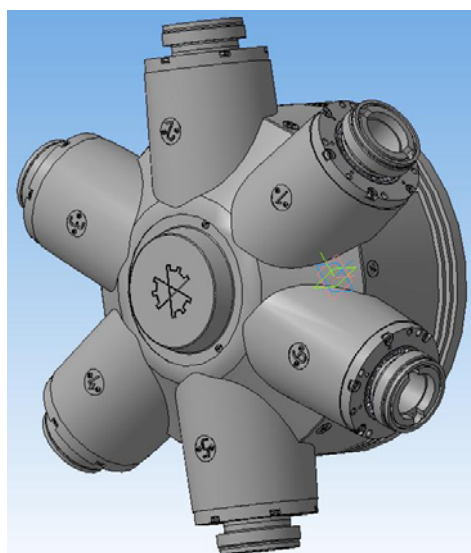


а

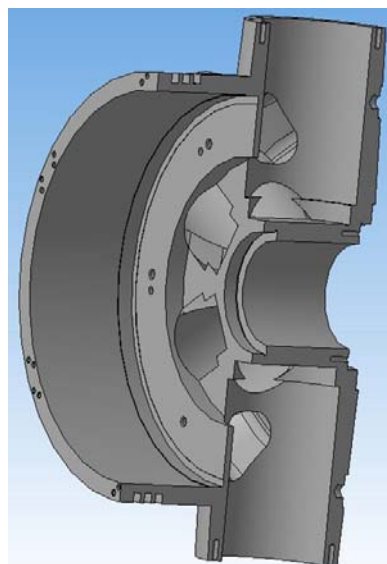


б

Рис. 1. 3D-модели компонентів системи зміни інструмента:  
а – інструментальний магазин; б – автооператор



а



б

Рис. 2. 3D-модель ШРГ станка моделі СФ16МФ3

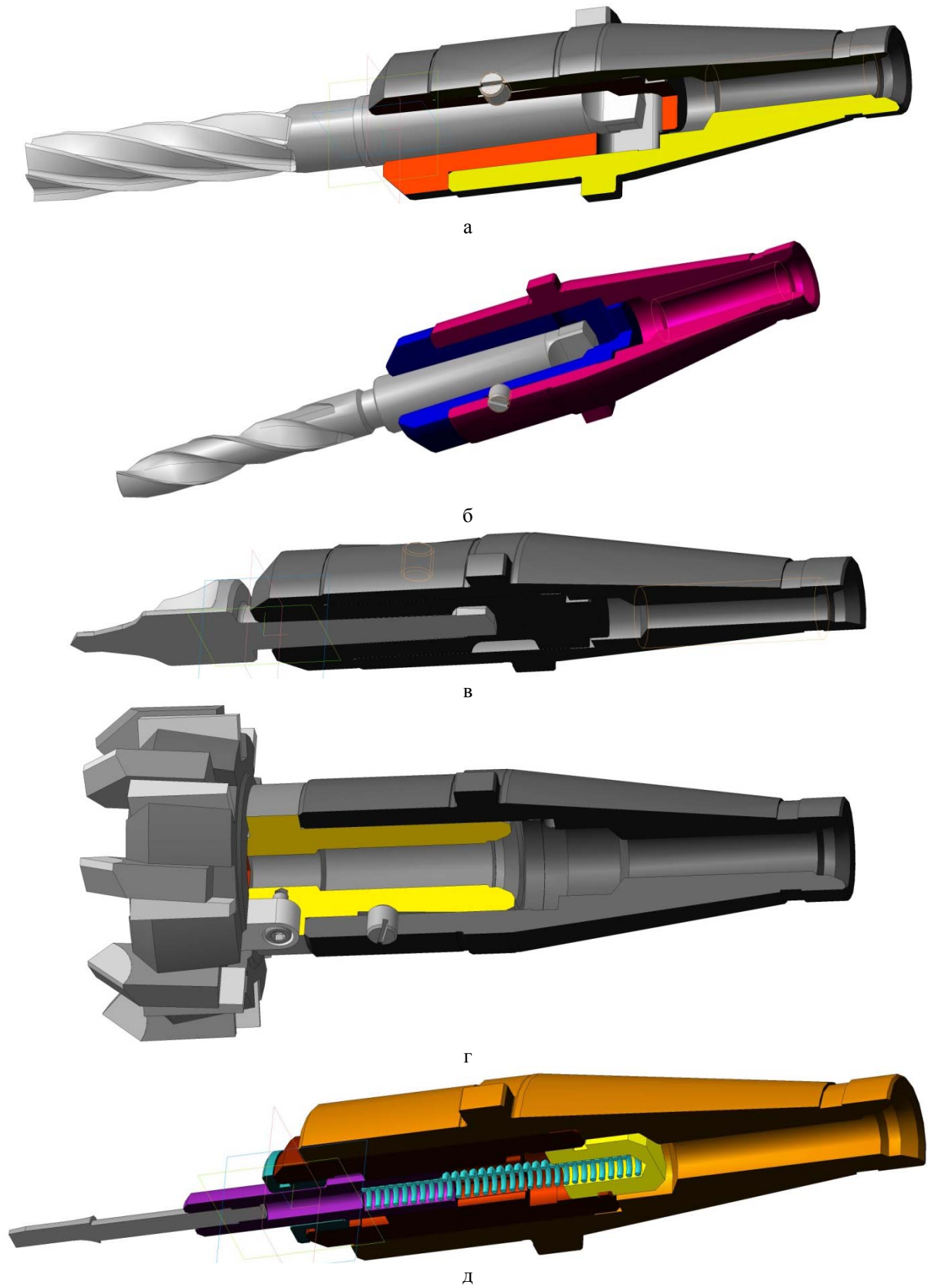


Рис. 3. 3D-моделі інструментальних блоків:  
 а- розвертывание; б – сверление; в – фасонное сверление; г – фрезерование; д – нарезание резьбы

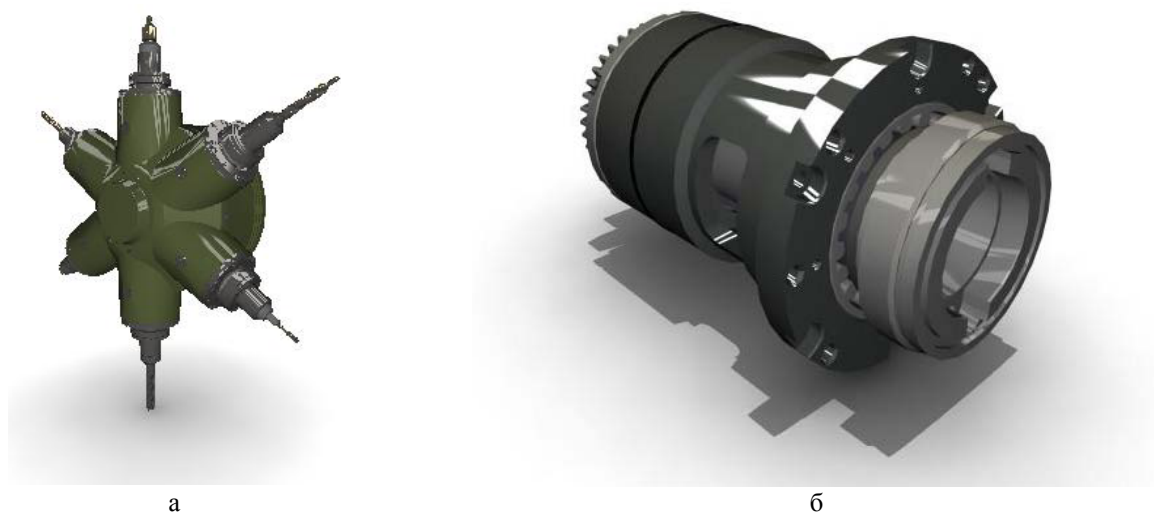


Рис. 4. Рендеринг ШРГ: а – сборка; б – шпиндельный узел



Рис. 5. Режущие инструменты с рендерингом:  
а – фасонное сверло; б – метчик; в – сверло спиральное; г – развертка; д – фреза торцовая



**Выводы.** 1. Разработана процедура 3D-моделирования инструментальной оснастки шпиндельных узлов ОЦ фрезерно-сверлильно-расточного типа с помощью САПР КОМПАС и модуля Artisan Rendering.

2. Построены твердотельные модели основных компонентов устройств автоматической смены режущего инструмента на базе дискового инструментального магазина и двухпозиционного автооператора

3. Выполнено фотореалистическое представление конструкции инструментальной оснастки обрабатывающих центров и комплектов режущего инструмента в модуле Artisan Rendering.

### Л и т е р а т у р а

1. Ганин Н.В. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D [Текст] / Н. В. Ганин. – М.: ДМК, 2012. – 776 с.
2. Ганин Н.В. Проектирование и вычисление прочности в системе КОМПАС-3D v. 13/Н. В. Ганин. – М.: ДМК, 2011. – 521 с.
3. 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 СНУ ім. В.Даля, 2015. – 120 с.
4. 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.
5. Кроль О.С. 3D-моделирование и расчеты привода главного движения фрезерного станка с шестишпиндельной револьверной головкой/ О.С.Кроль, В.В. Журавлев// Вісник НТУ “ХПІ». – 2014. – №40(1083). – с. 87 – 99.
6. Krol O. Modeling of spindle for turret of the specialized tool type SF16MF3/ O Krol, V. Juravlev [Text] //TEKA Com. Mot. and Energ. in Agriculture. – OL PAN, 2013, Vol.13, No 4, Lublin, Poland. – P. 141 – 147.
7. Платонов Л. Смотрим на модели любимой CAD-системы КОМПАС-3D по новому/Л. Платонов. – Санкт-Петербург: Изд-во АСКОН, №1(8), 2012. – С. 16 – 20.

### R e f e r e n c e s

1. Ganin N.V. Trehmernoe proektirovanie v KOMPAS-3D [Tekst] / N. V. Ganin. – M.: DMK, 2012. – 776 s.
2. Ganin N.V. Proektirovanie i vychislenie prochnosti v sisteme KOMPAS-3D v. 13/N. V. Ganin. – M.: DMK, 2011. – 521 s.
3. Krol O.S. Metody i procedury 3D-modelirovanija metallorzhushhiih stankov i instrumentov. Monografija. ISBN 978-617-11-0049-7/ O.S. Krol. – Severodonec'k: Vid-vo SNU im. V.Dalja, 2015. – 120 s.
4. 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.
5. Krol O.S. 3D-modelirovanie i raschety privoda glavnogo dvizhenija frezernogo stanka s shestishpindel'noj revol'vernoj golovkoj/ O.S. Krol, V.V. Zhuravlev// Visnik NTU “HPІ». – 2014. – №40 (1083). – s. 87 – 99.
6. Krol O. Modeling of spindle for turret of the specialized tool type SF16MF3/ O Krol, V. Juravlev [Text] //TEKA Com. Mot. and Energ. in Agriculture. – OL PAN, 2013, Vol.13, No 4, Lublin, Poland. – P. 141 – 147
7. Platonov L. Smotrim na modeli ljubimoj CAD-sistemy KOMPAS-3D po novomu/L. Platonov. – Sankt-Peterburg: Izd-vo ASKON, №1(8), 2012. – P. 16 – 20.

### Кроль О.С., Лисиця С.М. 3D-моделирование инструментального оснащения обробних центрів із використанням рендеринга

*Розглянуто процедури побудови тривимірних моделей інструментального оснащення обробних центрів фрезерно-сверлильно-розточувального типу з використанням, інтегрованої САПР КОМПАС-3D. Представлений інструментарій створення фотореалістичного зображення як інструментального магазину і автооператора, так і комплектів різального інструменту в модулі Artisan Rendering, інтегрованому в систему КОМПАС-3D.*

**Ключові слова:** інструментальна оснастка, автооператор, різальний інструмент, твердотільна модель, САПР КОМПАС, модуль Artisan Rendering

### Krol O.S., Lysytsa S.N. 3D-modelling instrumental equipment multyoperation tool using rendering

*The procedure of constructing three-dimensional models of tooling for machining centers milling-drilling-boring type using integrated CAD KOMPAS-3D is considered. Tools create photorealistic images as tool magazine and auto manipulator, and sets the cutter in module Artisan Rendering, integrated in KOMPAS-3D system are presented.*

**Keywords:** Tooling, auto manipulator, cutting tools, solid model, CAD KOMPAS, module Artisan Rendering

**Кроль Олег Соломонович** – к.т.н., доц., професор кафедри машинобудування та прикладної механіки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [krols@yandex.ru](mailto:krols@yandex.ru)  
**Лисиця Сергій Миколайович** – студент кафедри машинобудування та прикладної механіки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк).

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

Стаття подана 12.09.16