

6.Беляков С.Л. Прецедентный анализ маршрутов на электронных картах / С.Л. Беляков, М.Л. Белякова, И.Н. Розенберг, М.Н. Савельева //Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – №5. – С. 47-51.

7.USGS национальная карта США [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://catalog.data.gov/dataset/usgs-high-resolution-orthoimagery-collection-current-national-geospatial-data-asset-ngda-high> — Загл. с экрана.

УДК 621.9:674.02+05:004.92

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ФАСЕТНЫХ ТЕЛ

В.А. Дербаб¹, А.Г. Пуголовкина²

¹кандидат технических наук, доцент кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: derbaba.v.a@mnu.one

²студентка группы ИМмм-14-1 Механико-машиностроительного факультета, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: puholovkina.a.h@nmu.one

Аннотация. В работе выполнен компьютерный эксперимент моделирования трехмерной детали с последующей автоматизацией технологического процесса изготовления её из древесины. Также проведено теоретическое исследование влияние параметров режима резания на показатели эффективности процесса фрезерования древесины.

Ключевые слова: моделирование, технологический процесс, станок с ЧПУ, CAD/CAM система, программирование.

FEATURES OF MODELING AND THE AUTOMATED TECHNOLOGY OF PROCESSING OF FACET BODIES

Vitalii Derbaba¹, Anastasia Puholovkina²

¹Ph.D., associate Professor of technology of mining machinery, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: derbaba.v.a@nmu.one

²student of group Immm-14-1, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: puholovkina.a.h@nmu.one

Abstract. In work the computer experiment of modeling of a three-dimensional detail with the subsequent automation of technological process of her production of wood is executed. The theoretical research influence of parameters of the mode of cutting on indicators of efficiency of process of milling of wood is also conducted.

Keywords: modeling, technological process, the machine with ChPU, CAD/CAM system, programming.

Введение. Научно-технический прогресс в машиностроении развивается в направлении автоматизации производственных процессов изготовления деталей путем применения станков с ЧПУ. Применение при серийном производстве оборудования с ЧПУ позволяет повысить качество, сократить трудоемкость и стоимость обработки за счет сокращения вспомогательного времени и концентрации переходов механической обработки на одном рабочем месте [1].

Широкое внедрение станков с ЧПУ [2] сопровождается могучей поддержкой со стороны систем автоматизированного проектирования деталей и управляющих программ (CAD-CAM систем). Такие системы интегрируют в себе функции проектирования формообразующих траекторий и функции выбора инструмента, назначения режимов резания и т.д.

CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) – системы автоматизированного проектирование изделий и технологий их изготовления (Autodesk, Catia, Unigraphics, ProEngineer, Power SOLUTION, Solid Works, АСКОН Компас-3D, T-FLEX и др.).

Цель и задачи работы. Основным методом формообразования сложно-профильных поверхностей двоякой кривизны крупногабаритных изделий является метод многокоординатного фрезерования на высокоскоростных обрабатывающих центрах с числовым программным управлением [3]. Требуется по представленной трёхмерной модели (рисунок 1) корректно смоделировать объект производства в CAD-системе, выполнить расчёт технологии обработки в CAM-системе и сгенерировать управляющую программу для многокоординатного станка с ЧПУ.

Постановка проблемы. В современном промышленном производстве существует огромное количество номенклатуры сложнопрофильных изделий, которые необходимо механически обрабатывать за короткий срок, с наименьшими затратами на производство, выдерживая высокое качество детали. Особенно проблематика технологии обработки актуальна, когда ведётся работа с отсканированными моделями изделий на 3D принтере. Модели такого типа имеют «неудобный» формат файла STL (stereolithography), с которым некорректно работают существующие CAM-системы. Также множество поверхностей отсканированной модели, не полностью распознаны и требуют вмешательства инженера-конструктора. И как результат спроектированную объёмную модель необходимо обработать на высокоточном станке с ЧПУ при оптимальных режимах резания, применяя прогрессивный режущий инструмент, оснастку и измерительные системы.



Рисунок 1 – Общий вид готовой фигуры

Материал и результаты исследований. Формат STL представляет собой тригональную поверхность (сетку), модели которых достаточно сложно, а порой и вовсе не возможно, обрабатывать в САМ-системах.

Power MILL предоставляет возможность получить управляющую программу (далее УП) чистовой или черновой обработки. Базовый пакет включает в себя подготовку УП для 2-х, 2.5-й, 3-х и 5-ти осевых систем ЧПУ. Дополнительно имеются модули Power Mill 3+2 – многоосевая обработка с поворотом осей в координатах станка и Power Mill 5 Axis – 5-ти осевая обработка с учетом нормалей к поверхности.

В качестве модели, используемой для механообработки, в системе Power Mill используются твердотельные и поверхностные 3D-модели, которые импортируются из различных систем в следующих форматах: IGES, VDA-FS, ProENGINEER, Unigraphics, CADD5, CATIA, Parasolid, ACIS, STL, STEP, а также в форматах Delcam – DGK и DMT.

PowerSHAPE позволяет манипулировать фасетными моделями так же, как поверхностями или телами. Создавать сложные проекты из импортированных STL-моделей [5].

Для устранения этой проблемы было найдено решение – в программе DELCAM PowerShape тригональная сетка вручную покрывалась поверхностями. С помощью функции «Создание поверхности из сетки» (рис.3).

В результате обрисовки контура была создана трёхмерная модель

(рисунок 4), на которую возможно выполнить автоматизированный процесс механической обработки в любой из САМ программ.

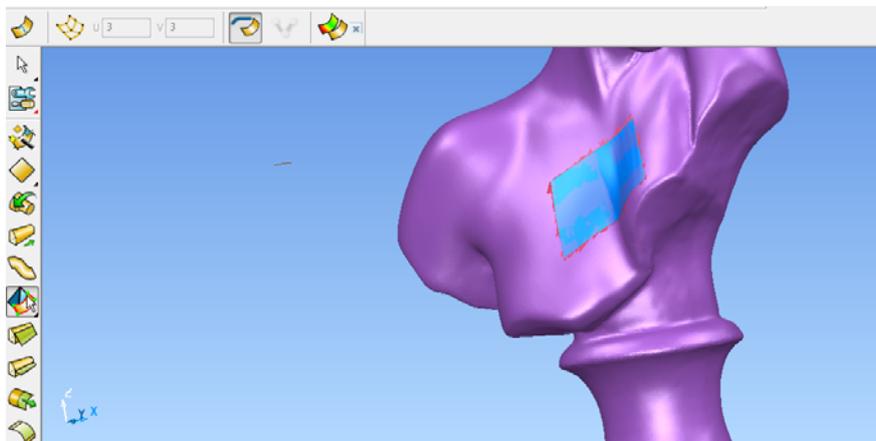


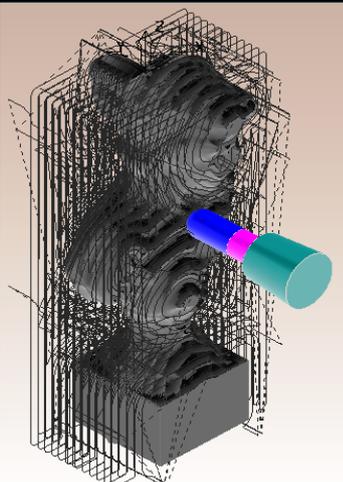
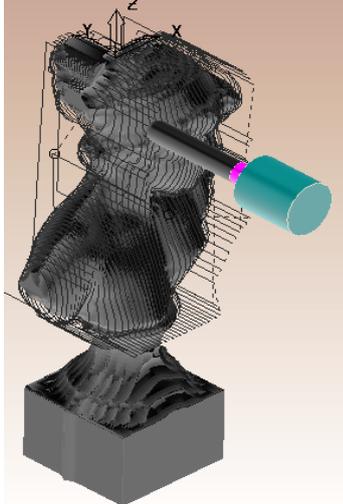
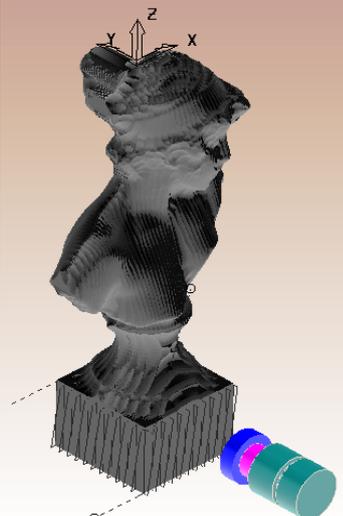
Рисунок 3 – «Создание поверхности из сетки»

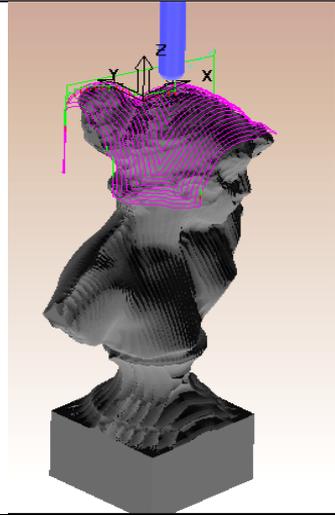
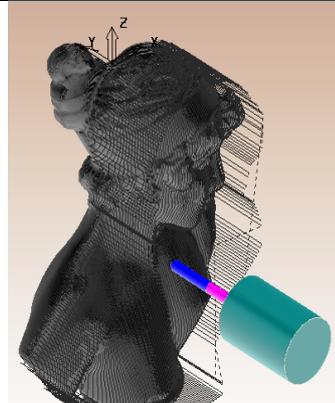
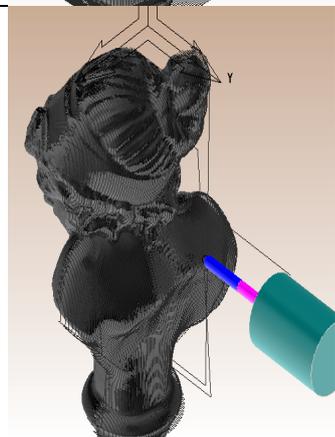


Рисунок 4 – Корректная модель в системе Power Shape

Маршрут механической обработки заданной детали представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Маршрут обработки детали

№	Название перехода	Режимы резания	Инструмент	Траектория обработки (фрагмент технологической наладки)
1	2	3	4	5
1	Черновая обработка (Выборка модели)	$n=8000$ мм/об $V=12,6$ м/с $t=3$ мм	Шаровая фреза $D=30$ мм	
2	Получистовая обработка	$n=8000$ мм/об $V=12,6$ м/с $t=1$ мм	Шаровая фреза $D=20$ мм	
3	Обработка стойки	$n=2000$ мм/об $V=4,2$ м/с $t=0,1$ мм	Торцевая фреза $D=40$ мм	

1	2	3	4	5
4	Получистовая обработка (волосы)	n=8000 мм/об V=12,6 м/с t=1 мм	Торцевая фреза D=40 мм	
5	Чистовая обработка 1	n=18000 мм/об V= 7,5 м/с t=0,1 мм	Шаровая фреза D=8 мм	
6	Чистовая обработка 2	n=18000 мм/об V= 7,5 м/с t=0,1 мм	Шаровая фреза D=8 мм	

1	2	3	4	5
7	Обработка колонны (чистовая)	$n=18000$ мм/об $V=7,5 \text{ м/с}$ $t=0,1 \text{ мм}$	Шаровая фреза $D=8 \text{ мм}$	

Механическая обработка модели из древесины производилась на станке Ares Cms (рисунок 5)



Рисунок 5 – Фрезерная обработка детали на высокоскоростной 5-ти осевой станок с ЧПУ

Станок Ares Cms универсальный 5-ти осевой обрабатывающий центр с широкими возможностями для конфигурации. Внутреннее рабочее поле позволяет применять центр для обработки целого спектра материалов.

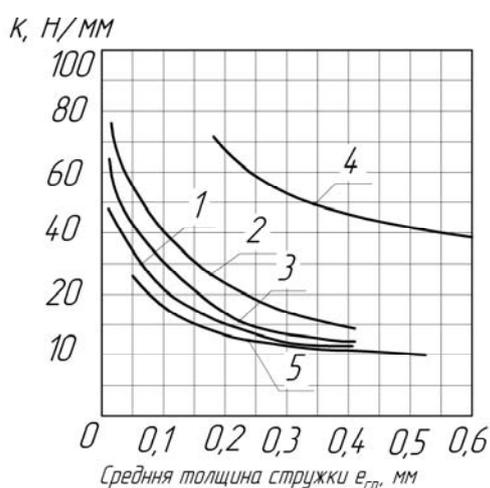
Конструкция центра представляет собой подвижный портал, такое компоновочное решение позволяет вести обработку деталей большого размера и веса с высокой точностью, за счет перемещения рабочего узла с инструментом над неподвижной деталью.

Во время сборки обрабатывающего центра механическая прямолинейность осей достигается в 0,01 мм а зазоры сокращаются до менее чем 0,02 мм. Это фундаментальный подход CMS позволяющий достигнуть высокой механической точности без необходимости программного внесения больших компенсирующих люфт поправок, позволяет сохранить максимальную жесткость конструкции центра.

Рассмотрим влияние параметров режима резания на показатели эффективности процесса фрезерования древесины. Влияние величины подачи на резец u_z в большинстве исследований связывается с влиянием толщины стружки на механику резания.

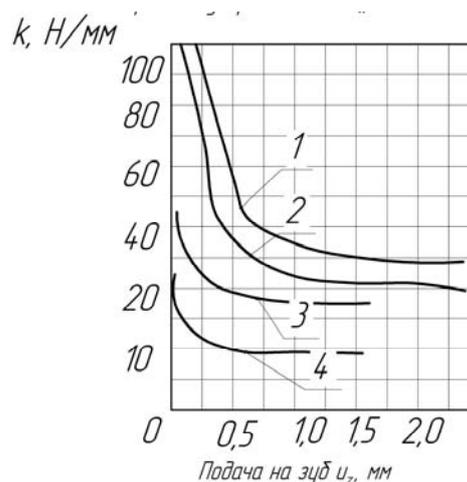
Удельная сила резания k с увеличением e_{cp} и u_z уменьшается по гиперболическому закону (рисунок 6,7). Связано это с явлениями, происходящими на режущей кромке, которая, имеет радиус скругления.

С увеличением подачи на нож древесина меньше раздробляется и уменьшается ее деформация [4].



Влияние средней толщины стружки на удельную силу резания при цилиндрическом фрезеровании.

Рисунок 6 – Влияние средней толщины Стружки на удельную силу резания при фрезеровании



Влияние подачи на зуб на удельную силу резания при фрезеровании.

Рисунок 7 – Влияние подачи на зуб на удельную силу резания при фрезеровании

При фрезеровании с постоянным диаметром окружности резания с увеличением подачи на резец глубина и длина волны увеличивается, а упругое восстановление волокон уменьшается (рисунок 7).

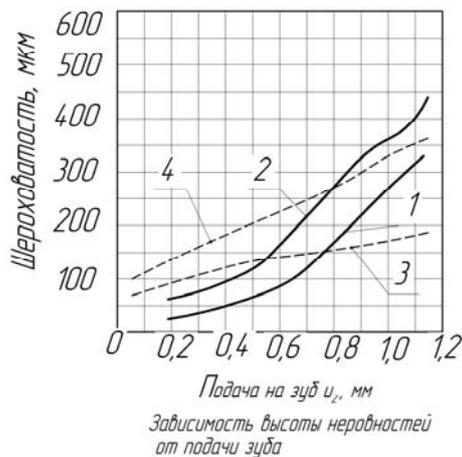


Рисунок 8 – Зависимость высота неровностей от подачи на зуб

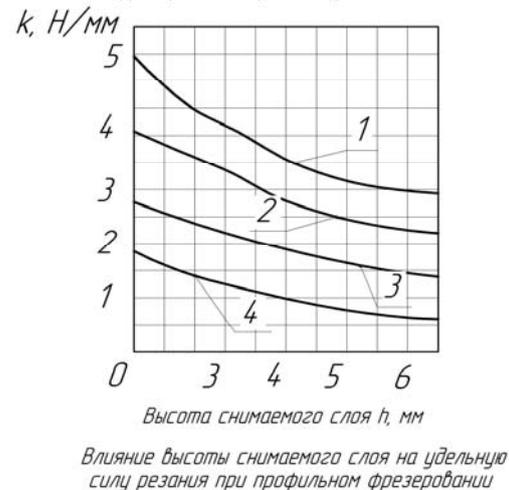


Рисунок 9 – Влияние высоты снимаемого слоя на удельную силу резания при профильном фрезеровании

Увеличение толщины снимаемого слоя h (припуска) при цилиндрическом фрезеровании при прочих равных условиях ведет к росту сил и мощности, затрачиваемой на резание.

В работе [4] отмечается, что мощность и сила резания при цилиндрическом фрезеровании прямо пропорциональны ширине стружки (рисунок 10, 11).

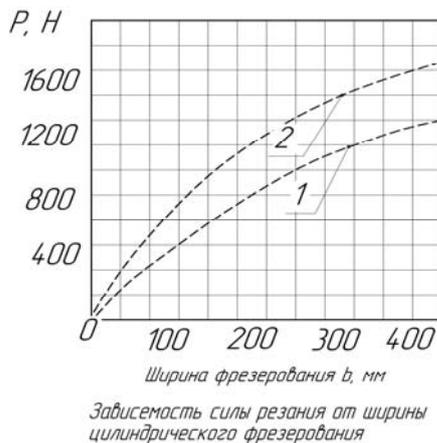


Рисунок 10 – Зависимость силы резания от ширины резания цилиндрического фрезерования

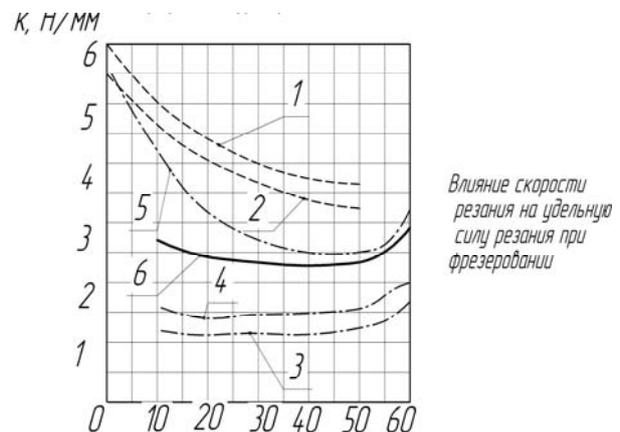


Рисунок 11 – Влияние скорости резания на удельную силу резания про фрезеровании.

Вывод. Скорость резания является одним их важнейших показателей эффективности фрезерования. Зависимость удельной силы резания при фрезеровании древесины от скорости носит немонотонный характер.

Удельная сила резания и силы резания в основном уменьшаются (рисунок 2.9) с увеличением скорости резания до 35—55 м/сек, а далее растут. Качество получаемой поверхности в большинстве случаев улучшается с ростом скорости резания, особенно при $v > 60$ м/сек. Отколов становится меньше, но при толщине снимаемого слоя $h = 30$ мм они наблюдаются всегда. Объяснение механизма влияния увеличения скорости резания на силы резания при фрезеровании у исследователей сводятся к следующему: сила трения древесины о заднюю грань уменьшается; сила удара резца по изделию увеличивается; сила размельчения стружки увеличивается; инерционность стружки увеличивается; изменяются свойства древесины; увеличивается временное сопротивление (особенно при поперечном фрезеровании); скалывание и смятие выражены в меньшей степени, стружкообразование происходит больше в результате чистого среза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дидык Р.П. Технология горного машиностроения. [Учебник] / Р.П. Дидык, В.А. Жовтобрюх, С.Т. Пацера; Под общей редакцией докт. техн. наук, проф. Дидыка Р.П. – Д. НГУ, 2016. – 424 с.
2. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного проектирования: Учеб. пособие. – М.: Логос, 2005. – 296 с.
3. Современный станок с ЧПУ. Ловыгин А.А., Теверовский Л.В. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279с.: ил.
4. Оптимизация технологических процессов механической обработки: учеб. пособие / В.И. Свирщёв. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 116 с.
5. Медведев Ф.В., И.В. Нагаев. Автоматизированное проектирование и производство деталей сложной геометрии на базе программного комплекса Power Solution: Учеб. пособие / Под общей ред. А.Г. Громашева. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005 – 167 с.

УДК 004.92+ 681.3.06

СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ ВЕТРОКОЛЕСА РОТОРНОГО ТИПА В AUTOCAD 2016

А.С. Жовтяк¹, Р.А. Гетало², И.К. Зиборов³

¹кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет”, г. Днепр, Украина, e-mail: zhovtyak@nmu.org.ua

^{2,3}студент, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет”, г. Днепр, Украина