

Том 3

Технології

машинобудування

УДК 621.7.08:621.833:53.088.22:004.942

Ружин П.А., аспірант, Дербаба В.А., к.т.н., доцент

Научный руководитель: Пацера С.Т., к.т.н., профессор кафедры технологии горного машиностроения

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

Погрешность измерения приводит к приемке части продукции, которая признается соответствующей заданному допуску, хотя действительные отклонения выходят за его пределы. Аналогично происходит ошибочное признание некоторого количества деталей браком, действительные размеры которых находятся в пределах поля допуска, но при этом близки к предельным отклонениям.

Поэтому предложено новый подход к цифровому моделированию точности технологического процесса при равномерном распределении отклонений геометрических параметров деталей от номинальных размеров. В результате получены зависимости процента неправильно забракованных деталей от граничной ошибки средств измерения при приёмочном контроле. Метод имитационно-статистического моделирования является эффективным инструментом при исследовании влияния погрешностей измерения на ошибки пассивного контроля толщины зуба эвольвентного колеса.

Для проверки адекватности предложенной структурной модели были приняты в расчёт последние разработки в области имитационно-статистического моделирования, [1], где в качестве контролируемого параметра выбрано отклонение толщины зуба, наименьшее значение которого является показателем, определяющим гарантируемый боковой зазор, который, в свою очередь, определяет вид сопряжения. Наименьшее отклонение толщины зуба – наименьшее предписанное уменьшение постоянной хорды, а измерительной базой для определения высоты зуба [2] является номинальный диаметр окружности выступов.

Избежать указанного недостатка можно путем разработки программного кода, который позволил бы минимизировать время расчетов доли неправильно забракованных и неправильно принятых деталей без потери точности определения этих показателей.

Контролируемым размером является отклонение толщины зуба, наименьшее абсолютное значение которого E_{cs} , [3] является показателем, определяющим гарантированный боковой зазор, который, у свою очередь, определяет вид сопряжения.

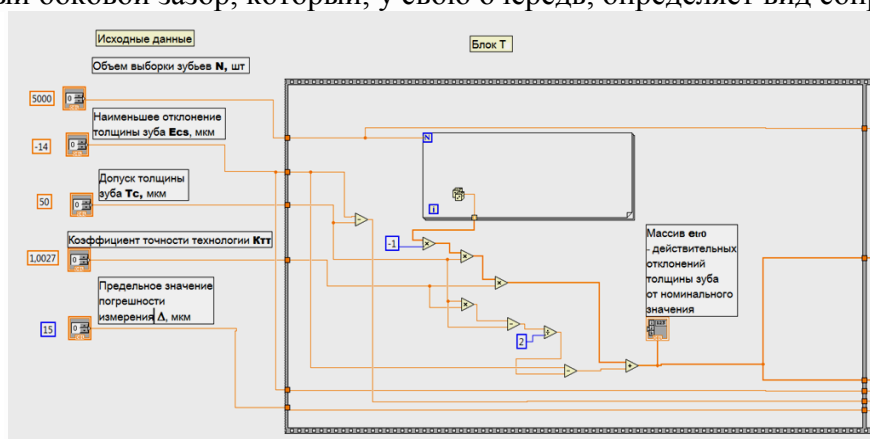


Рисунок 1 – Программный код блока Т, К, ИК

Программный код блока К – моделирования контрольной процедуры показан на рис. 1. В связи с тем, что интервал рассеивания больше интервала поля допуска, то некоторый процент деталей будет признан процентом брака. Алгоритм контрольной процедуры включает в себя создание массивов верхнего и нижнего отклонений. Далее проводится поэлементное сравнение указанных массивов с массивом случайных отклонений $\epsilon_{т0}$. В результате отображается соответствующий массив логических скаляров *True* или *False*. Если действительное отклонение находится между верхним и нижним отклонениями, то элемент признается годным и ему ставится бал $\beta_0 = 1$.

С помощью генератора случайных чисел моделируется одномерный массив в интервале 0-1, который затем преобразовывается в массив случайных погрешностей измерения от $-\Delta$ до $+\Delta$, где Δ – предельное значение инструментальной погрешности измерительного прибора по его паспортным данным.

Разработанная программа позволяет рассчитать проценты неправильно забракованных или неправильно принятых деталей быстрее в 10^2 раз в сравнении с программой Microsoft Excel. Для дальнейшего сокращения затрат времени на получение графиков при исследовании измерительно-контрольной системы создан виртуальный прибор, блок-диаграмма.

Имитационно-статистическое моделирование в среде LabVIEW на два порядка сокращает время расчетов по сравнению с вариантом, основанным на использовании программы Microsoft Excel. Расчеты выполняются с высокой точностью: доверительный интервал порядка 0,1% при доверительной вероятности 0,95. В перспективе имитационно-статистические исследования могут касаться зубчатых колес, точность которых оговаривается нормами плавности работы.

Дальнейшие исследования могут проводиться в направлениях учета систематических погрешностей измерения, уточнение законов распределения случайных величин, расширение номенклатуры контролируемых параметров зубчатых колес применительно к нормируемым показателям кинематической точности.

Перечень ссылок

1. Рубичев Н.А. Достоверность допускового контроля качества / Н.А. Рубичев, В.Д. Фрумкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 171 с.
2. Тайц Б.А. Контроль параметров точности зубчатых передач / Б.А. Тайц, М.Б. Шабалина; Учеб.пособие для заоч. курсов повышения квалификации ИТР по техн. контролю при мех. обраб. – М.: Машиностроение, 1983. – 40 с.
3. Болочевцев А.Д. Контроль как гарантия качества продукции и требования к точности используемых измерительных средств / А.Д. Болочевцев // Метрология. - 2000. - №11. - С. 20-32.

УДК 621.9:004.4+004.9

Якименко В.В., студент гр. 131с-16-1**Научный руководитель: Дербаба В.А., к.т.н. доцент кафедры технологии горного машиностроения***(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)*

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОГРАММ АСКОН КОМПАС-3D И AUTODESK FEATURECAM

Тенденции развития машиностроения показывают, что доля мелкосерийного производства изделий будет и в дальнейшем увеличиваться. Эти проблемы могут быть решены путем интеграции всех этапов производства средствами систем автоматизированного проектирования. Но одним из основных препятствий этому является недостаточная квалификация производственных рабочих в области CAD и CAM систем для механической обработки деталей.

В технических университетах Украины присутствует достаточное количество инженерных программ, в которых есть свои недостатки для корректного моделирования и программировании технологии изготовления деталей.

Решением проблемы грамотного проектирования механической обработки, является применение комплекса инженерных программ АСКОН КОМПАС-3D и Autodesk FeatureCAM.

FeatureCAM - это удобная и простая в использовании САМ-система, предназначенная для фрезерных, токарных, токарно-фрезерных и электроэрозионных станков с ЧПУ, максимально автоматизирует процесс подготовки управляющих программ, минимизирует время программирования и повышает производительность.

КОМПАС-3D - система трёхмерного моделирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН.

На основе этих программ поставлена задача, согласно техническому заданию заказчика, спроектировать трехмерную модель шлицевого вала, а также разработать технологию и ее механической обработки с расчетом управляющей программы для станка с ЧПУ.

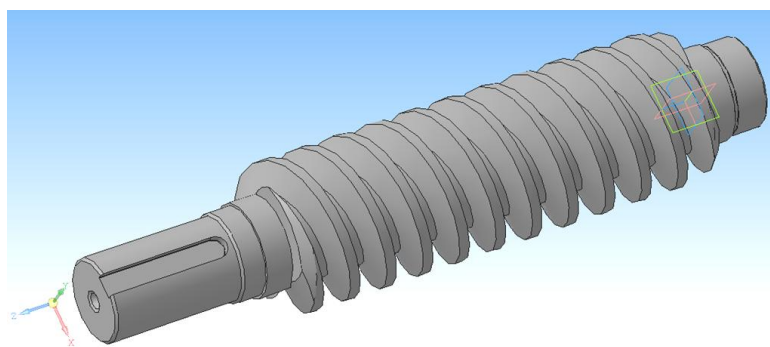


Рисунок 1 – 3D-модель детали «Шлицевой вал»

На первом этапе было выполнено конструкторскую часть подготовки производства: в программе КОМПАС спроектирована 3D модель детали «Вал шлицевой». Следует отметить, что выявлено определенные замечания к программе КОМПАС в части точности отрисовки элементов эвольвентных шлицев.

На втором этапе разработан детальный технологический процесс механической обработки детали в программе FeatureCAM, с применением прогрессивного режущего инструмента, оснастки и высокоточных станков с ЧПУ.

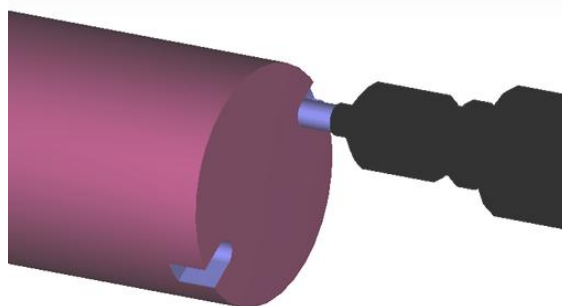


Рисунок 2 – Токарно-фрезерная обработка в программе FeatureCAM

На третьем этапе, в среде системы FeatureCAM, выполнен расчет управляющей программы для станка с ЧПУ.

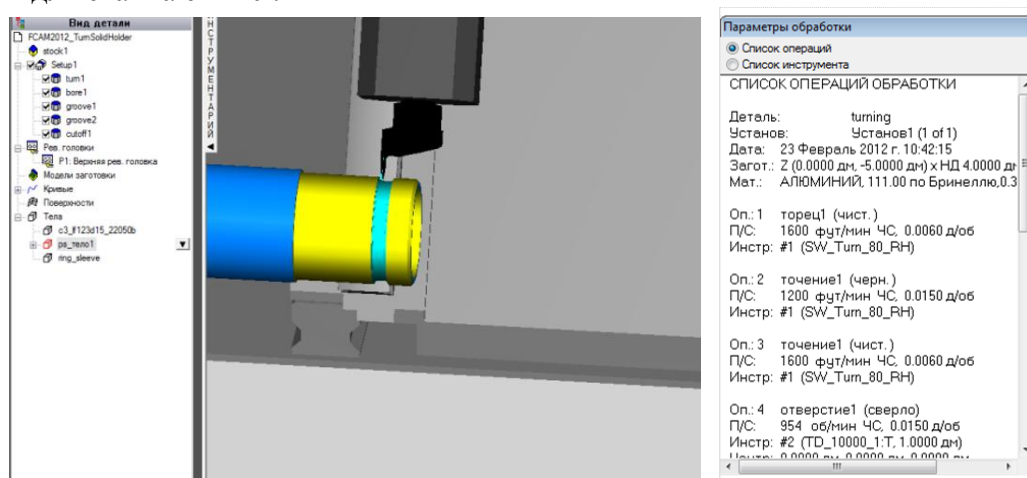


Рисунок 3 – Фрагмент управляющей программы для станка с ЧПУ

По результатам разработанного проекта можно сделать следующие выводы:

1. Изучение CAD и CAM систем на этапе обучения специалиста значительно повышает квалификацию будущего инженера-программиста в области машиностроения;
2. Применение эффективных инженерных программ в машиностроительном производстве значительно ускоряет технологический процесс изготовления детали, а также уровень её эстетических и технологических свойств;
3. Внедрение CAD и CAM систем в образовательный процесс высших учебных заведений позволяет повысить уровень компетенций студента, его умений и навыков будущего инженера.

Перечень ссылок

1. Feature CAM. Feature MILL. Feature MILL3D. FeatureTURN. Руководство пользователя / Delcam USA // 13-я редакция. – 275 Ист Саус Темпл, Сьют 305, Солт Лэйк Сити, UT8411. – 2007. – 185с.
2. Начало работы с Feature CAM 2006. Учебный курс / Delcam USA // 12-я редакция. – 275 Ист Саус Темпл, Сьют 305, Солт Лэйк Сити, UT8411. – 2005. – 89с.
3. Методика программирования станков с ЧПУ на наиболее полном полигоне вспомогательных G-функций / Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. – 2005. – 101с.

УДК 621.9:674.02+05:004.92

Ищенко В.И., Коваль М.А., студенты гр. 131с-16-1**Научный руководитель: Дербаба В.А., к.т.н., доцент кафедры технологии горного машиностроения***(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г.Днепр, Украина)***КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ
УНИВЕРСИТЕТСКОГО МИКРОСПУТНИКА**

В рамках единого проекта «Передовые компьютерные технологии для университетов Украины» представлена статья, в которой разработана технология изготовления детали «Плита» многофункционального назначения для космического аппарата «Спутник». Конкурсная работа по технологии изготовления ответственной детали микроспутника отнесена к разряду высоких технологий, характеристикой которых является: наукоемкость, системность, математическое моделирование с целью структурно-параметрической оптимизации, высокоэффективный рабочий процесс размерной обработки, компьютерная технологическая среда и автоматизация всех этапов проектирования и реализации на базе современного металлообрабатывающего оборудования с использованием полного пакета прикладных программ компании AUTODESK.

Характеристика детали: деталь выполнена из высокопрочного легкого сплава, имеет сложную геометрическую поверхность конструктивных элементов различного назначения. С целью соблюдения высокой точности размеров и качества поверхности впервые для изготовления такой детали использовано 5-ти осевая обработка при единой базе и одного установа. Отличительной особенностью разработанной технологии является возможность агрегатирования различных способов механической обработки сложных поверхностей (цилиндрических, конических, трапециевидных), что ранее было затруднено или невозможно при использовании традиционных способов производства многофункциональных деталей для космических систем.

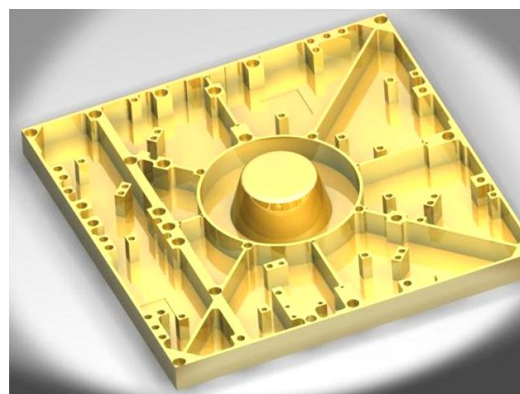
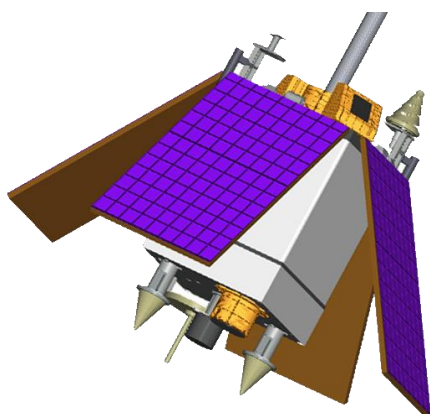


Рисунок 1 – 3D-модель микроспутника и его базовой плиты

Базовой деталью микроспутника является плита. В конструкции этой детали имеются конструктивные элементы, для формообразования которых целесообразно применить 5-ти осевую обработку. Для выполнения этой задачи студенты кафедры технологии машиностроения национального горного университета применяли программное обеспечение AUTODESK Power Mill, как наиболее подходящее для этой цели.

Разработанная САD-модель детали «Плита» в программе PowerShare показана на рис.1. Деталь выполнена из алюминиево-магниевого сплава. Габаритные размеры 400x400 мм. Для обработки детали «Плита» выбран виртуальный станок «OCUMA». Для обеспечения точности базирования предусмотрено специальное приспособление, устанавливаемое на поворотном столе станка.

Обработка начинается с центра детали, т.е. с конуса, расположенного по центру обрабатываемой заготовки. Далее будет вестись 5-ти осевая обработка по секторам детали и плавно переходя к основанию плиты, где она крепится. Решая такую задачу, в процессе обработки, резание ведется с центра плиты до ее края, при этом мы избегаем вероятности поломки или сдвига опоры(приспособления) в случае первоначальной обработки краев детали. Также соблюдается при этом жесткость системы в процессе резания, сохраняется стойкость инструмента и точность рабочих органов станка, так как при резании возникают вибрации, которые негативно влияют на качество обработанной поверхности и на точность балансировки шпинделя станка, оснастки и применяемого вспомогательного инструмента. На рис.2 приведены фрагменты технологического процесса обработки детали «Плита».

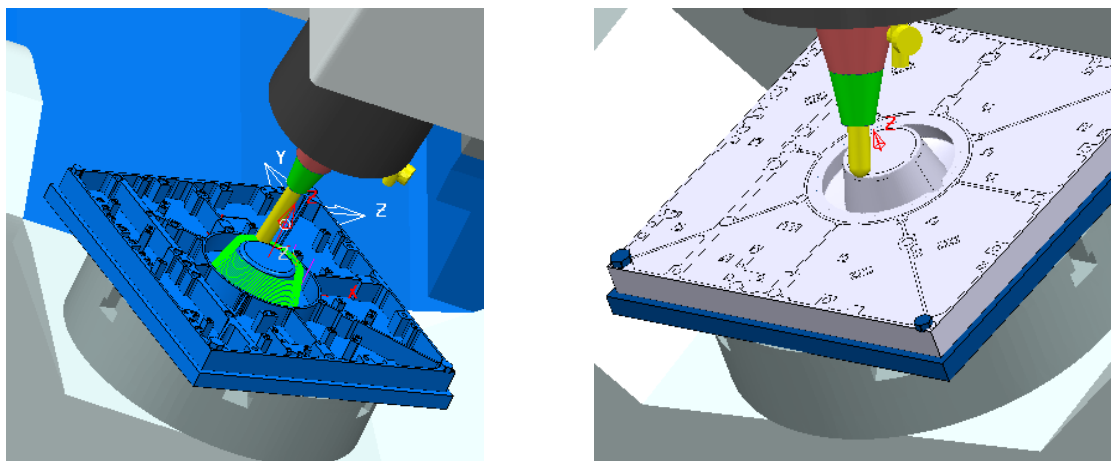


Рисунок 2 – Фрагменты технологического процесса обработки детали «Плита»

При отработке проекта был создан постпроцессор для 5-ти осевого станка «OCUMA MU-400VA», для этого была использована программа PMPost.

Результатом работы является ускоренная подготовка производства базовой детали Микроспутника с высокими функциональными характеристиками, качеством поверхности и точности размеров, которые не могут быть обеспечены традиционными способами механической обработки. Показано, что заданная точность конструктивных элементов обеспечивается интеграцией классических методов проектирования обработки детали с САМ-методами выбора стратегии обработки детали программного пакета AUTODESK.

Перечень ссылок

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. Современный станок с ЧПУ. Ловыгин А.А., Теворовский Л.В. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279с.: ил.
3. Оптимизация технологических процессов механической обработки: учеб. пособие / В.И. Свирщев. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 116 с.

УДК 62.181.1

Головінська К.М., студентка гр. 131м-16-1

Науковий керівник: Пацера С.Т., к.т.н., професор кафедри технології гірничого машинобудування

(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро, Україна)

АЛГОРИТМ ІМІТАЦІЙНОГО МЕТОДУ ПЕРЕВІРКИ АДЕКВАТНОСТІ АПРОКСИМАЦІЇ ДИСКРЕТНО ЗАДАНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ

При застосуванні координатних методів вимірювання геометричних параметрів, що визначають придатність деталі, актуальним є питання щодо адекватності апроксимації поверхні, яка задана дискретно певною сукупністю точок. У ряді робіт, наприклад, в роботах [1,2] досліджені спеціалізовані методика апроксимації сукупності точок відповідним рівнянням поверхні з подальшим порівнянням одержаної поверхні із номінальною поверхнею. Вказані методика основані на методі найменших квадратів і стосуються плоских, циліндричних і деяких складних поверхонь.

Автором запропоновано алгоритм імітаційного методу перевірки адекватності апроксимації дискретно заданої циліндричної поверхні (рис. 1).

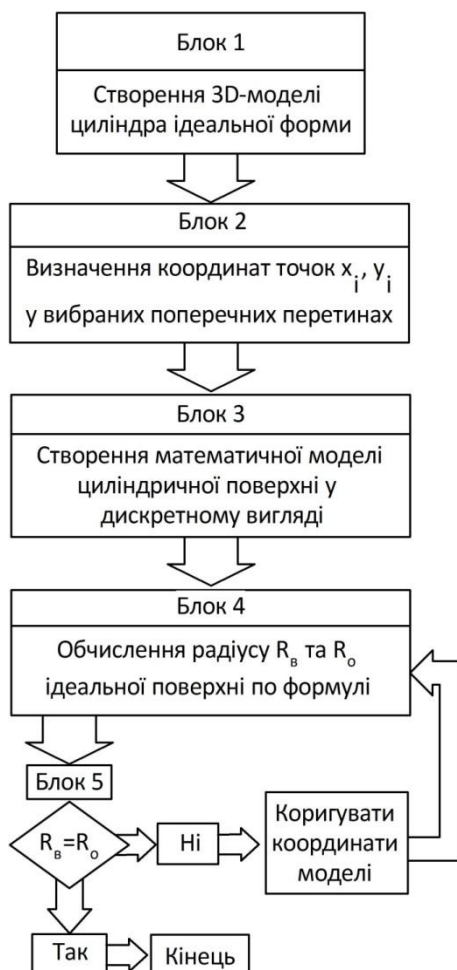


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму оцінки адекватності апроксимації [3]

Дослідження проводилися на прикладі циліндричної поверхні (блок 1). Вказана модель циліндричної поверхні характеризується високою точністю відображення діаметрального

розміру (до 0,0005 мм.) Така висока точність дозволяє використати вказану модель у якості електронного еталону.

Для одержання сукупності точок, що належать вибраній циліндричній поверхні розглянуті перетини циліндричної поверхні площинами, що перпендикулярні до осі циліндра. Лінії перетину являють собою ідеальні кола. У розглянутому випадку виконано j перетинів, у кожному з них визначено координати X_{ij}, Y_{ij} для i точок (блок 2). Сукупність координат вказаних точок, зведених у матрицю, є дискретною математичною моделлю циліндричної поверхні (блок 3) [3].

При реалізації блоку 4 виконується апроксимація координат циліндричною поверхнею методом найменших квадратів. Це математичний метод на основі мінімізації суми квадратів відхилень деяких функцій від експериментальних даних. Для цього використовується система рівнянь і алгоритм її вирішення, що рекомендуються роботою [1] і полягає у наступному.

Для моделі номінальної поверхні тіл обертання, рівняння перетину, задане в явному вигляді таке:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

Використовуючи метод наближеного розрахунку [1] приймають

$$A^2 + B^2 - R_B^2 = L$$

Радіус R_B – радіус циліндричної поверхні, що одержана в результаті апроксимації.

Блок 5 призначений для порівняння радіусів R_O та R_B . Якщо вони рівні, то можна зробити висновок, що алгоритм апроксимації дискретно заданої циліндричної поверхні є адекватним.

В процесі розрахунків та порівняння розрахованого і виміряного радіусів було виявлено, що радіуси співпали.

Таким чином, в результаті математичного моделювання розроблено методіку перевірки адекватності алгоритму апроксимації дискретно заданої циліндричної поверхні.

Перелік посилань

1. Гоголев Д.В. Разработка и исследование методов и средств обеспечения единства измерений геометрических параметров отклонений формы сложнопрофильных поверхностей / Москва, 2009 – 85-88 с. [Электронный ресурс]: дис. канд. техн. наук :защищена 2009 г. / Д.В. Гоголев – М. : ФГУП "ВНИИМС", 2009. – 329

2. Лысенко В.Г. Разработка и исследование системы обеспечения единства координатных измерений геометрических параметров обработанных поверхностей. [Электронный ресурс]: дис. д-ра. техн. наук: защищена 2005 г. : утв. 20.01.2006 г. / В.Г. Лысенко – М., 2005. – 438 с.

3. Головинська К.М. Імітаційний метод перевірки адекватності алгоритму апроксимації дискретно заданої циліндричної поверхні / К.М. Головинська, О.Л. Войчишен, С.Т. Пацера // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2017» – Днепро, 2017. – С. 377 – 382. [Электронный ресурс]: <http://okmm.nmu.org.ua/ua/2017/CIPERTMTI2017.pdf>

УДК 621.9:004.4+004.9

Пахомов А.С., студент групи 131м-16-1

Научний керівник: Дербаба В.А., к.т.н., доцент кафедри технології
горного машиностроєння

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)

ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТИМОСТИ CAD/CAM СИСТЕМ С ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППОЙ СТАНКОВ С ЧПУ

Перед современными средствами программного управления обрабатывающими комплексами ставятся непростые задачи. CAD/CAM система должна полностью раскрывать возможности оборудования, обеспечивать точность и быстроту обработки, обладать «запасом прочности» (как по возможностям модернизации, так и по вычислительной мощности) и в то же время быть простой и доступной большинству инженеров-программистов.

Одной из главных особенностей, а равно и требованием к программному комплексу, является корректное задание системы координат. Для этого необходима поддержка пространственной геометрической модели обработки – системы плоских сечений, характерная для ЧПУ токарных станков, оказывается недостаточно.

Таким образом, подавляющее большинство моделей современных фрезерных станков с ЧПУ рассчитано на тесное взаимодействие с ПК во время работы. Разумеется, для реализации возможностей системы «станок-ПК» необходимо установить соответствующее программное обеспечение. Причём набор необходимого «софта» сравнительно обширный – как по числу требуемых программ, так и по типу приложений (выпускаемых к тому же разными производителями).

Для успешного запуска изделия в производство требуется как минимум три или четыре «макропакета» программного обеспечения:

- для создания 3D-модели (различные CAD-пакеты);
- для разработки траектории движения инструмента (т.н. САМ-программы);
- для экспорта управляющей программы под конкретный тип ЧПУ-станка;
- для загрузки файлов в память системы ЧПУ и непосредственного управления фрезерным станком.

3D-модели строятся в САД-программах (сокращение САД является аналогом русской аббревиатуры САПР – системы автоматизированного проектирования). Следовательно, САД-среда является «фундаментом» для создания трёхмерных моделей, которые в свою очередь служат исходным материалом для разработки управляющих программ производства изделий в САМ-среде.

Современные токарно-фрезерные станки с ЧПУ способны в автоматическом режиме проводить обработку заготовок, обеспечивая высокое качество и интенсивный темп выпуска изделий. Однако автоматическая обработка не означает полного исключения человека из технологической производственной цепочки. Управляющая программа для фрезерного станка с ЧПУ представляет собой, по сути, набор кодов, которые преобразуются микроконтроллером ЧПУ в импульсы для исполнительных элементов – шаговых электродвигателей (или серводвигателей для некоторых моделей станков).

Программная САМ-среда (от англ. Computer-aided manufacturing – «Автоматизация производственного процесса») предназначена для компьютерной подготовки технологической цепочки производственного процесса изделий. Фактически, САМ-среда предоставляет утилиты создания программ управления для

обрабатывающего оборудования с ЧПУ. От качества их подготовки, удобства работы с САМ-программой, а также набора её функций во многом зависит успех производства качественных изделий в целом.

САМ-программы предназначены для установки в персональный компьютер. Поскольку большинство моделей токарно-фрезерных станков с ЧПУ также могут работать под управлением персонального компьютера, желательно чтобы САМ-программа поддерживала и функции настройки/управления узлами фрезерного станка (например, ручное перемещение шпинделя, запуск функций самотестирования, восстановления после внезапного отключения электропитания и т.д.). Однако далеко не все САМ-программы сочетают в себе функции подготовки управляющих программ и контроля фрезерного оборудования.

Перечень ссылок

1. Feature CAM. Feature MILL. Feature MILL3D. FeatureTURN. Руководство пользователя / Delcam USA // 13-я редакция. – 275 Ист Саус Темпл, Сьют 305, Солт Лэйк Сити, UT8411. – 2007. – 185с.
2. Начало работы с Feature CAM 2006. Учебный курс / Delcam USA // 12-я редакция. – 275 Ист Саус Темпл, Сьют 305, Солт Лэйк Сити, UT8411. – 2005. – 89с.
3. Методика программирования станков с ЧПУ на наиболее полном полигоне вспомогательных G-функций / Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. – 2005. – 101с.

УДК 621.9:674.02+05:004.92

Пуголовкина А.Г., студентка гр. ИМмм-14-1

Научный руководитель: Дербаба В.А., к.т.н., доцент кафедры технологии горного машиностроения*(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г.Днепр, Украина)*

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ФАСЕТНЫХ ТЕЛ

Наша работа посвящена компьютерному эксперименту моделирования трехмерной детали с последующей автоматизацией технологического процесса изготовления её из древесины.

В настоящее время особое место в машиностроении занимает внедрение в производство станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Программное управление получило значительный размах в ряде ведущих отраслей машиностроения. Внедрение станков с ЧПУ позволяет повысить качество, сократить трудоемкость и стоимость обработки за счет сокращения вспомогательного времени и концентрации переходов механической обработки на одном рабочем месте.

Цель работы – моделирование трехмерной детали (Рис.1) с последующей её обработкой методом многокоординатного фрезерования на высокоскоростных обрабатывающих центрах с числовым программным управлением.



Рисунок 1 – Общий вид готовой фигуры

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 САМ-системы.

В качестве программы для исследования мы воспользовались Delcam PowerMill и DELCAM PowerShape.

Power MILL создает эффективные и безопасные управляющие программы (УП) для станков с ЧПУ по предоставленной САД модели. Как твердотельные, так и

поверхностные модели могут быть импортированы в ельформат IGES, VDA-FS, ACIS (SAT), STL и DUCT.

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

В программе Power SHAPE создаем трёхмерную модель, на которую далее в Power Mill выполняем процесс расчёта технологии обработки данной фигуры, с последующим генерированием управляющей программы для 5-ти осевого станка с ЧПУ (рис.2).

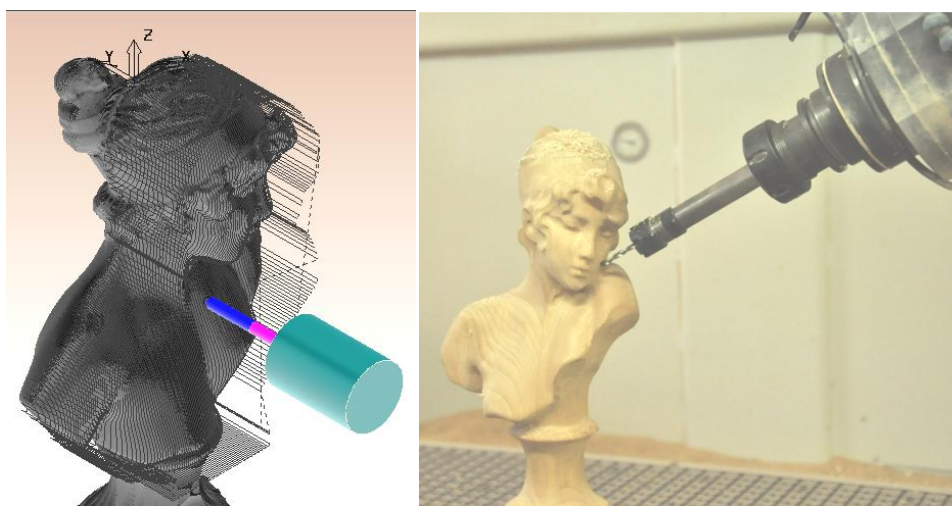


Рисунок 2 – Визуализация технологии обработки на станке с ЧПУ

Подводя итоги вышесказанному необходимо отметить следующее: обработку сложно-профильных поверхностей можно выполнить с высокой точностью и качеством, с минимальными затратами времени, за счёт использования современных CAD/CAM программ, такие как Power Mill, Power SHAPE, Компас-3D, применяя высокоточное оборудование с числовым программным управлением.

Перечень ссылок

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 621.762:669.018.25

Пугач А.С. студент гр. 131м-16-1**Науковий керівник: Пугач Р.С. асистент кафедри технології гірничого машинобудування***(Держаний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)*

ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ ІНСТРУМЕНТОМ З МЕТАЛОКЕРАМІЧНИМ ПОКРИТТЯМ

Твердий сплав з металокерамічним покриттям в даний час займає 80-90% ринку пластин для різальних інструментів. Своїм успіхом він зобов'язаний унікальному поєднанню зносостійкості і міцності, а також здатності приймати складні форми. Твердий сплав з покриттям складається з твердосплавної основи і покриття [1]. Разом вони представляють сплав, оптимізований для конкретної області застосування. На рис. 1 представлено сплав GC4225, що застосовується при токарній обробці.

Актуальними є технології нанесення PVD і CVD зносостійких покриттів TiN, TiCN, TiAlN та ін. Остаточна обробка пластини - забезпечує збільшену міцність кромки при переривчастому різанні і знижує утворення наросту. Основні верстви CVD покриття на сьогоднішній день – це TiN, TiCN і Al₂O₃.

Абревіатура CVD означає Chemical Vapor Deposition (Хімічне осадження з парової фази). Осадження зносостійкого покриття способом CVD - трудомісткий процес. Технології CVD передбачають використання дорогих високочистих хімічних реагентів, а реакція осадження покриттів відбувається при високих температурах (T=1000C). З цієї причини покриття може осаджуватись тільки на інструмент із твердих сплавів і кераміки, що володіють високою теплостійкістю. Найбільше застосування даний спосіб отримав при виготовленні змінних металорізальних пластин (ЗМП).

CVD-Al₂O₃ – хімічно нейтральний шар, що має низьку теплопровідність, що забезпечує стійкість сплаву до мікро тріщин. Крім того, він служить в якості теплового бар'єру, покращуючи стійкість до пластичної деформації.

MT-Ti(C,N) - забезпечує стійкість до абразивного зносу і, відповідно, зменшує знос по задній поверхні.

CVD-TiN - підвищує зносостійкість і використовується для виявлення зносу.

Покриття CVD утворюється в результаті хімічних реакцій при температурі 700-1050°C. Покриття CVD володіють високою зносостійкістю і чудовою адгезією до твердосплавної основи. Поєднання твердосплавного нижнього шару і спеціально розроблених шарів покриття поряд з оптимальним вибором стружколомом робить найкращою технологією для високошвидкісної обробки матеріалів з продуктивністю до 300 м/хв.

В сучасних покриттях CVD комбінуються шари MT-Ti(C,N), Al₂O₃ та TiN. Безперервно покращуються властивості покриттів щодо адгезії, міцності і зносу за рахунок мікроструктурної оптимізації та подальшої обробки [2].

Сплави з покриттям CVD - ідеальний вибір для широкого спектру областей застосування, де важлива зносостійкість. Наприклад, токарна обробка і розточування отворів в деталях із сталі, де товсте CVD покриття забезпечує стійкість до ямки утворення; та можливість обробки нержавіючої сталі за більш короткий проміжок часу. У фрезеруванні CVD сплави рекомендується використовувати при обробці матеріалів груп ISO P, ISO M, ISO K. При свердлінні сплави CVD зазвичай використовуються в периферійній пластині.

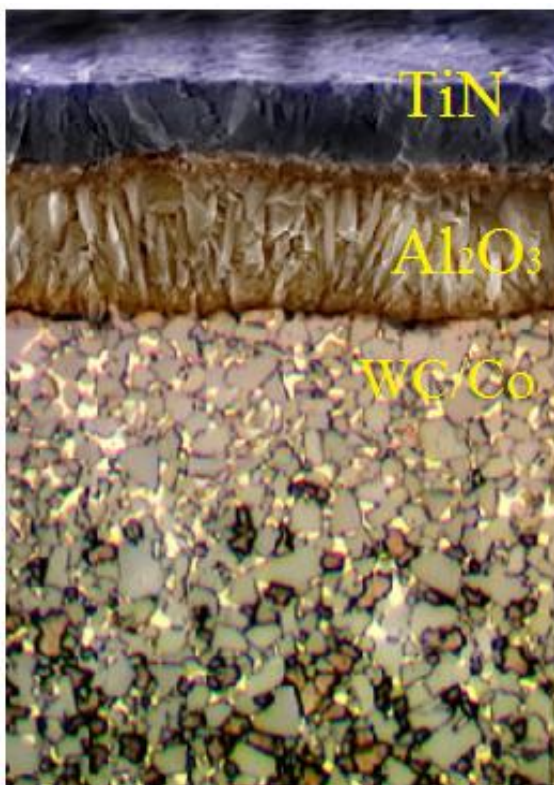


Рисунок 1- Сплав GC4225 для токарної обробки

Зробити придатними CVD-покриття для нанесення на поліпшені сталі, дозволив P-CVD спосіб (обробка в плазмі). Це дозволило знизити робочі температури до 500°C і зробило більш тонкої кордон між PVD і CVD покриттями.

При порівнянні інструменту з пластинами T5K10 і з оправкою з ЗМП, з покриттям на основі Al_2O_3 . Результат показав, що стійкість звичайного інструменту складала ~ 15 хвилин, ЗМП з зносостійким покриттям протрималася ~ 60 хвилин, працюючи на режимах різання - 3 мм глибина різання, при подачі 0,3 мм/об, що до того ж сприятливо впливало на стружкодроблення. Порівняльні випробування показали, що інструмент з сучасних матеріалів, з зносостійким покриттям CVD, має стійкість в 1,5-5 рази вище.

Високотемпературні CVD-покриття більше підходять для обробки твердосплавного токарного інструменту. Продуктивність верстатів, за рахунок переходу на сучасний металорізальний інструмент на підприємстві зросла в 4-ри рази.

Перелік посилань

1. Бойко В.М. Увеличение эксплуатационных свойств инструмента при использовании поверхностно-активных веществ / В.М Бойко, Р. А Физулаков, ОАО "КнААПО", 2006.–129 с.

2. Верещака, А. С. Многослойные наноструктурированные покрытия для режущего инструмента / А. С. Верещака, А. А. Верещака, Г. Ю. Савушкин, А. С. Сивенков // Изд-во: Перспективные материалы №5, 2014.–39-48.

УДК 621.9:674.02+05:004.92

Глушков А.И., студент гр. ИМмм-13-1

Научный руководитель: Дербаба В.А., к.т.н., доцент кафедры технологии горного машиностроения

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г.Днепр, Украина)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ УЗЛА АВИАЦИОННОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Прогресс в машиностроении базируется на реализации принципа наукоемких высоких технологий, одним из компонентов которого является CAD/CAM технологий, в частности программное обеспечение AUTODESK Power Shape и Power Mill.

В рамках проекта «Передовые компьютерные технологии для университетов Украины», выполнен проект обработки деталей авиационного центробежного насоса ДЦН19Э (рис.1).

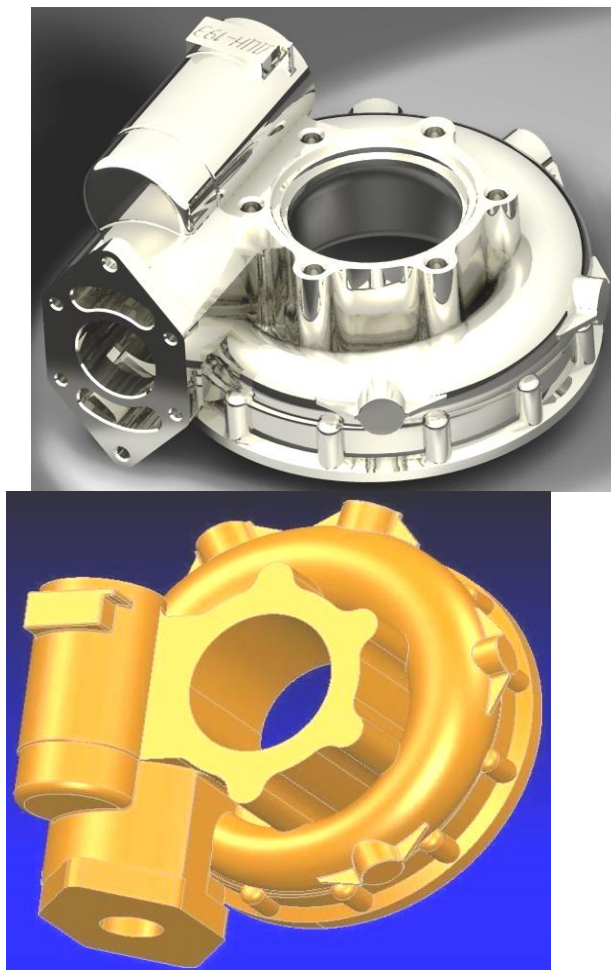


Рисунок 1 – Модель корпуса насоса ДЦН-19Э

На первом этапе, был разработан новый технологический процесс обработки самых важных и ответственных корпусных деталей насоса: деталь - «Улитка», «Крышка» и «Патрубок», которые имеют сложную геометрическую поверхность и выполняют важные функции в топливной системе самолета. Впервые, в проекте, для изготовления таких узлов применяют управляющие программы CAD/CAM систем такого высокого класса. В действующей технологии, были применены менее

производительные станки, приспособления, инструменты и системы САПР, которые не в полной мере обеспечивали высокие требования заказчика, по срокам и качеству изготовления. С целью соблюдения высокой точности и качества поверхности был выбран виртуальный 5-ти осевой станок Multicut, инструментальная оснастка SCHUNK, прогрессивный режущий инструмент Korloy, Hoffmann, SECO, Mitsubishi. При разработке ТП, на каждой операции проведен выбор станочного оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента, сделан расчет режимов резания и произведена корректировка режимов по справочникам производителя инструмента. На этом основании были определены рациональные условия обработки, произведено нормирование операций и рассчитаны основные технико-экономические показатели.

Исходя из конструкции и кинематики станка, а также сложности обрабатываемой геометрии деталей, принимая во внимание тип производства – серийный, для обеспечения выше указанных требований к станочному приспособлению базирование осуществлялось на гидравлической регулируемой цапге. За базу принимаем внутреннее, предварительно обработанное, отверстие детали «Улитка». Такая цапга идеально подходит для быстросменной работы при серийном производстве. Станочное приспособление является одноцелевым, одноместным, ограниченно переналаживаемым, но с возможностью установки заготовок, разного диапазона отверстий. Являясь многопозиционным СП, цапга позволяет обрабатывать нам, за один установ, 60% поверхностей, подлежащих обработке после литья, остальные 40% операций мы выполняем после переналадки детали, за второй установ.

Для зажима инструмента, при фрезерной обработке деталей «Улитка», на станке Multicut, была применена полигональная термооправка SCHUNK. Выбор такой оснастки обусловлен сложностью геометрической формы внутренних поверхностей детали «Улитка», имеющая спиральный канал с изменяющимся диаметром, который необходимо было обработать. Данный тип оправок, достаточно функционален и позволяет быстро переналаживать работу в станке, при обработке с концевым инструментом, применяя при этом широкий диапазон диаметров, хвостовых частей инструмента. За счет сборно-разборных втулок, которые удлиняют оправку, при этом выдерживая соосность до 0,003 мм, мы имеем возможность применять короткий концевой инструмент, сохраняя жесткость, при высокоскоростном фрезеровании, избегая отгиба фрезы из-за длинного вылета.

Выводы. Впервые, для обработки сложной геометрии фасонных поверхностей, авиационных насосов, применена CAD/CAM система нового поколения. Применение программного обеспечения PowerMill и PowerShape обеспечивает повышение точности геометрии фасонных поверхностей и качество их приповерхностного слоя. Создание все новых конструкционных и инструментальных материалов, внедряя их в разработку современных высоких технологий, производства деталей авиационного назначения, позволило резко поднять уровень функциональных, эстетических и экологических свойств изделия, при этом повышая качество рельефа и обеспечивая бездефектность поверхностного слоя. Данный проект обеспечивает высокие экономические, качественные, технологические показатели, что позитивно отразится на рентабельности данной продукции, как в Украине, так и за рубежом.

Перечень ссылок

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.

УДК 681.518.54

Пугач А.С. студент гр. 131м-16-1

Науковий керівник: Пацера С.Т., к.т.н., професор кафедри технології гірничого машинобудування

(Держаний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ ТОВЩИНИ ШЛІЦІВ

Похибка вимірювання товщини шліців призводить до прийняття частини продукції, яка визнається відповідною заданому допуску, хоча дійсні відхилення виходять за його межі. Аналогічно відбувається помилкове визнання деякої кількості деталей бракованими, дійсні розміри яких знаходяться в межах поля допуску, але при цьому близькі до граничних відхилень.

В літературі [1] розглянуто методичний підхід для визначення закономірностей впливу інструментальних похибок вимірювання евольвентних шліцьових валів на відсоток неправильно забракованих деталей при пасивному контролі. Але не розглянуто методики комп'ютерного експерименту. В якості контрольованого розміру вибрано відхилення товщини шліця евольвентного профілю, найменше значення якого є показником, що визначає гарантований бічний зазор і вид спряження. При подальшому розгляді методики прийнято, що шліцевий вал має такі конструктивні параметри:

- модуль $m=1\text{мм}$;
- ділительний діаметр $d=18\text{мм}$;
- число шліців $z=18\text{шт}$;
- номінальна товщина шліця по дузі $S=2,09\text{мм}$;
- ступінь точності $9h$.

Схема допуску на товщину шліця показана на рисунку 1.

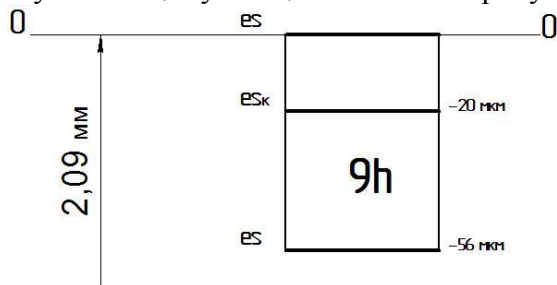


Рисунок 1 – Допуски на товщину шліця

Структуру алгоритму моделі контрольовано-вимірювальної системи та позначення блоків будемо розглядати так, як показано на рисунку 2:

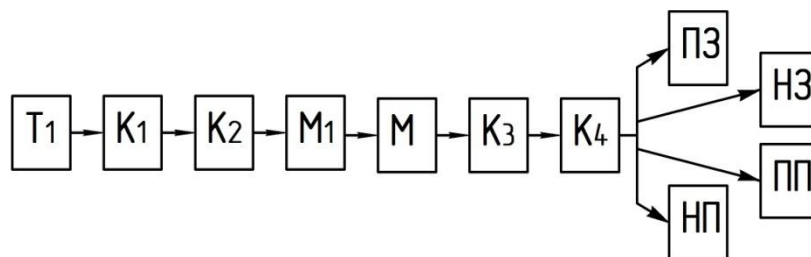


Рисунок 2 – Структура імітаційно-статистичної моделі вимірювання та контролю товщини шліця

За допомогою електронної таблиці моделюються результати вимірювання і контролю деталей, а також результати сортування. Моделювання виконано (див. табл.1) на прикладі конкретного валу з евольвентними шліцями. У рядках таблиці імітуються події - результати вимірювання та контролю деталей, а в стовпцях відображаються результати статистичного моделювання.

Таблиця 1

Електронна таблиця моделювання процесу вимірювання і контролю шліцьового валу (для скорочення обсягу таблиці показані не всі рядки)

Номер зубців при вимірюванні	Відхилення при нульовій похибці вимірювання, мкм (Т1)	Бал придатності зубців (К1)	Бал придатності деталі (К2)	Результат вимірювання, мкм (М)	Бал придатності після вимірювань (К3)	Бал придатності деталі (К4)	Сортування зубців по придатності				Сортування валів по придатності			
							Правильно прийняті	Неправильно прийняті	Правильно забраковані	Неправильно забраковані	Правильно прийняті	Неправильно прийняті	Правильно забраковані	Неправильно забраковані
							0	1	2	3	4	5	6	
986	38,1	751	27	0,2	38,3	815	722	3	42	029		50	27	
	Результат, %	5,3	5,8		6,4		4,5	,87	,8	0,8		4,2	5,8	

На рисунку 3 показано результати комп'ютерного експерименту при різних граничних значеннях випадкової похибки Δ вимірювального приладу.

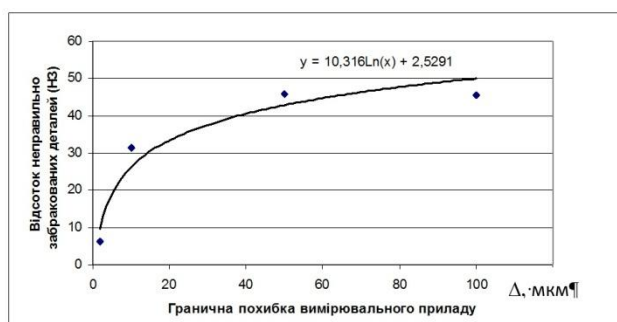


Рисунок 3 – Залежність відсотка неправильно забракованих валів (НЗ) від граничної випадкової помилки вимірювання

З графіка видно, що граничне значення інструментальної випадкової похибки вимірювання істотно впливає на відсоток неправильно забракованих деталей.

Проведені дослідження показали, що похибки вимірювання значно впливають на результати контролю.

Перелік посилань

1. Пугач А.С. Алгоритм моделювання випадкових похибок вимірювання товщини шліців при пасивному контролі / А.С. Пугач, С.Т. Пацера // Четверта всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих вчених. «Молодь: наука

та інновації» / М-во освіти і науки України ; Нац. гірн. ун-т. – Д., 2016. – Т.3. – С. 3.10-3.11.

2. Derbaba V.A. Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes / V.A. Derbaba, V.V. Zil, S.T. Patsera // Scientific bulletin of National Mining University Dnipropetrovsk.. – 2014. – № 5 (143). – P. 45-50.

УДК 621.9:674.02+05:004.92

Панков Я.И., студент гр. ИМмм-13-1**Научный руководитель: Дербаба В.А., к.т.н., доцент кафедры технологии горного машиностроения***(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г.Днепр, Украина)*

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНОГО КУЛАКА ПОДАЧИ СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Введение. Для продления срока службы и эффективности использования стана горячей прокатки труб ТПА 4-140, эксплуатируемого корпорацией «Interpipe», периодически возникает необходимость изготовления в ремонтном варианте детали «Кулак подачи», который устанавливается в механизме подачи заготовок.

Ранее для изготовления этой детали использовали специализированный станок, созданный в 70-х годах прошлого столетия и аналогов которому нет. В настоящее время станок морально устарел и физически изношен. По этой причине на нем не представляется возможным изготовления качественной детали «Кулак подачи».

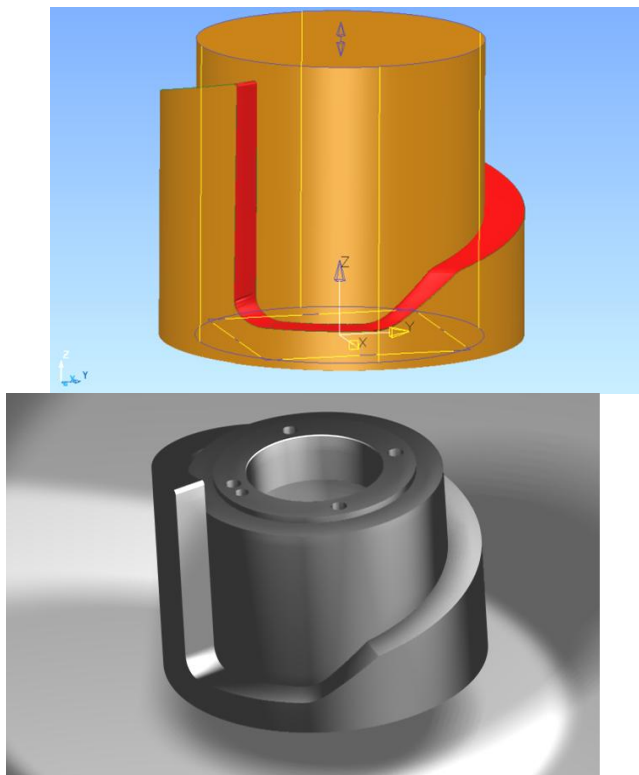


Рисунок 1 – Трехмерная модель детали «Кулак подачи»

Проблема изготовления детали «Кулак подачи» обусловлена наличием в ней рабочей поверхности, характеризующейся сложным профилем (винтовая линия с переменным шагом). Проблемой является также обеспечение заданного отклонения рабочего профиля кулака от теоретического не более $\pm 0,01$ мм. Эта проблема может быть решена путем применения современных станков для 5-осевой обработки и соответствующего программного обеспечения.

В качестве исходных данных использовался 2D-чертеж детали. Основные этапы построения САД-модели детали «Кулак подачи» показаны на рис.1.

Для обработки применено программное обеспечение AUTODESK PowerMILL. При создании траектории обработки винтовой поверхности в PowerMILL используется CAD модель, показанная на рис.1, так как для распознавания винтовой поверхности высота базового цилиндра должна превышать высоту наивысшей точки данной поверхности.

Непосредственно перед отработкой программы на станке, ее работа была проверена с помощью трехмерного графического эмулятора ViewMILL, при этом использовалась трехмерная модель станка «OCUMA MU-400VA» с приспособлением, что позволило заранее устранить ошибки программы и проверить на столкновения с элементами станка и приспособления.

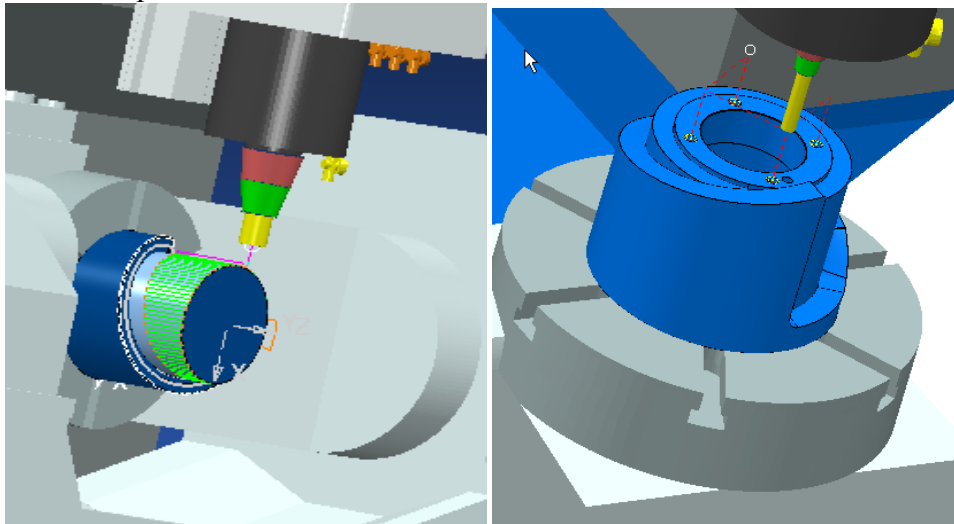


Рисунок 2 – Механическая обработка детали «Кулак» на станке с ЧПУ

Вывод. Программное обеспечение PowerSHAPE и PowerMILL и современное высокоточное оборудование обеспечили получение сложнопрофильной детали с высокой точностью. Достигнутое высокое качество детали базируется на высокой точности характеристик перемещения рабочих органов станка и инструмента. Это позволило достичь формообразования сложных поверхностей за один установ и при едином базировании детали. Показаны несомненные достоинства программных продуктов компании Delcam Plc и инициирован вопрос о целесообразности приобретения его корпорацией Interpipe.

Перечень ссылок

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 621.791

Смагин Д.В. студент групи ИМмм-15-1**Научный руководитель: Пугач Р.С., ас. кафедры технологии горного машиностроения***(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)*

ПРИМЕНЕНИЕ СВАРОЧНЫХ РОБОТОВ ПРИ СВАРКЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Сварочные роботы высоко зарекомендовали себя в сварке конструкций относительно небольших размеров, сварке серийных и мелкосерийных крупногабаритных конструкций, тонколистовой сварке, сварке каркасно-решетчатых и подобных конструкций. При этом к манипулятору робота-сварщика предъявляется целый комплекс требований по степени подвижности, допустимых отклонений электрода от линии сварочного соединения, наличия геометрической и технологической адаптации, скорости переноса движения горелки, клещей и прочих возможных инструментов. И по всем этим параметрам гарантированы точные и постоянные значения.

Роботизированная электродуговая сварка на базе промышленных роботов манипуляторов - один из самых распространенных видов сварки на современных производствах. Роботизированная электродуговая сварка составляет около 23% от всех используемых промышленных роботов на предприятиях. При электродуговой сварке генерируется сильный нагрев металла в точке сварочного шва за счет прохождения электрического тока через электрод на свариваемую деталь [1].

Автоматизация процессов сварки значительно сокращает вероятность ошибок, что означает сокращение количества брака и переработки. При использовании роботизированной сварки Вы так же можете увеличить и производительность, не только потому, что робот работает быстрее, но и потому, что роботизированная ячейка может работать 24 часа в сутки, 365 дней в году без перерывов, что делает использование роботизированной сварочной ячейки значительно более эффективней ручной сварки. Еще одним неоспоримым преимуществом использования промышленных роботов для сварки является значительное снижение трудозатрат. Помимо этого, для роботов, в отличие от человека, не опасна работа с ядовитыми испарениями и расплавленным металлом вблизи сварочной дуги [2].

Роботы манипуляторы разработаны для избавления человека от тяжелой и нудной работы, повторяющихся операций и от необходимости выполнять опасную работу, а также для сокращения производственных травм и несчастных случаев.

Существует множество факторов, которые необходимо учитывать при подготовке роботизированной сварки:

- выбранная программа сварки должна включать функции старта и останова;
- система должна включать функции подготовки газа, подачи электродов и подвода газа к соплу;
- конструкция основного оборудования для автоматической дуговой сварки отличается от конструкции оборудования для ручной сварки. Обычно, для автоматической дуговой сварки используются циклы интенсивных нагрузок, поэтому используемое сварочное оборудование должно обладать соответствующими характеристиками;
- помимо прочего, элементы сварочного оборудования должны быть связаны с системами управления посредством интерфейсов.

Сварочный процесс остается таковым со всеми присущими ему характеристиками и особенностями не зависимо от того, какой способ перемещения горелки применяется:

рука сварщика, робот-манипулятор, сварочный трактор и т.д. Таким образом, нельзя говорить о большом приросте скорости сварки при использовании робота. В общем случае, прирост в скорости сварки составляет до 15% на некоторых типах швов. Исключением могут являться длинные линейные или кольцевые швы (с большим радиусом кривизны) - за счет использования технологии спаренных горелок и кинжального прогрева впереди идущим лазером, выигрыш в скорости может быть даже двукратным. На рис. 1 представлен сварочный робот с вращающейся оснасткой.

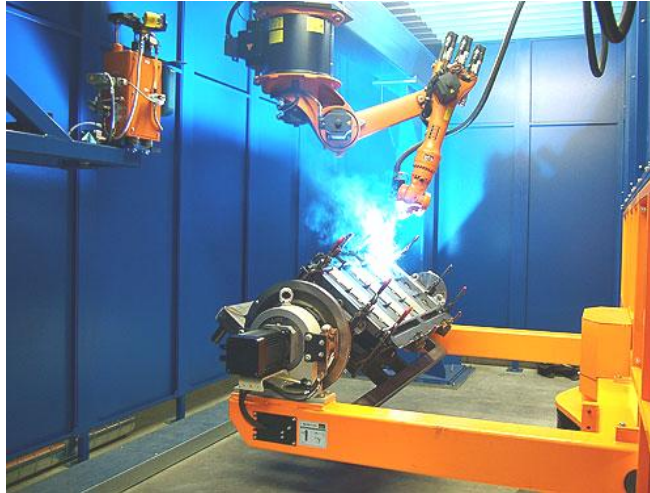


Рисунок 1 - Сварочный робот с вращающейся оснасткой.

Автоматизация сварочного производства дает массу преимуществ:

- повышает производительность труда: робот работает в три или четыре смены, без выходных и праздников, не уходит в отпуск, не болеет и т. п.;
- уменьшает издержки производства и повышает конкурентоспособность;
- рационализирует использование оборудования и заводских площадей;
- повышает качество продукции за счет повышения точности технологических операций, недоступного рукам человека;
- исключает влияние человеческого фактора;
- избавляет персонал от вредных факторов и не подвергает людей опасности;
- сварочный робот, цена которого достаточно высока, тем не менее, быстро окупается.

Те задачи, в которых речь идет о выпуске большого количества серийной продукции, уже подразумевают какие-либо средства автоматизации. Для нестандартных сварных деталей чаще всего это - сварочные роботы. Если нужно быстро и качественно сварить очень много одинаковых деталей, то автоматизированный комплекс для сварки именно этих деталей будет крайне полезен. Ведь сварочные роботы применяют, чтобы избавить человека от монотонного, тяжелого и вредного труда, не потеряв при этом качество и объем выпуска продукции.

Перечень ссылок

1. Электронный источник - <http://alphajet.ru/content/robototekhnicheskie-kompleksy-dlya-svarki>.
2. Электронный источник - <http://www.lincolnelectric.com/ru-ru/support/process-and-theory/Pages/robotic-welding-system-detail.aspx>.

УДК 621.9:674.02+05

Клепа С.В., студент групи ИМмм-13-1

Научный руководитель: Пиньковский С.Г., старший преподаватель кафедры технологии горного машиностроения

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г.Днепр, Украина)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

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.

В статье рассмотрено 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 1,2). Связано это с явлениями, происходящими на режущей кромке, которая, имеет радиус скругления.

С увеличением подачи на нож древесина меньше раздробляется и уменьшается ее деформация [2].

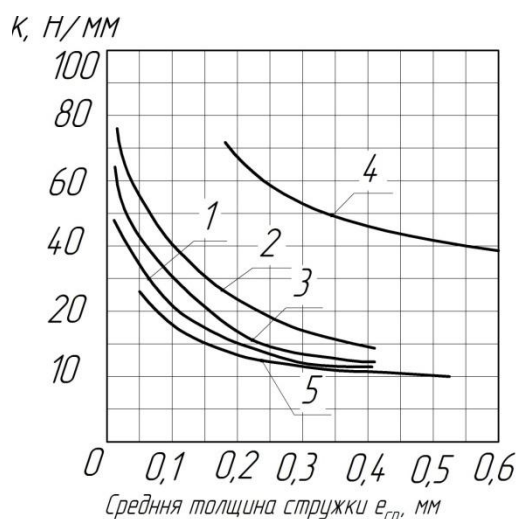


Рисунок 1 – Влияние средней толщины стружки на удельную силу резания при фрезеровании

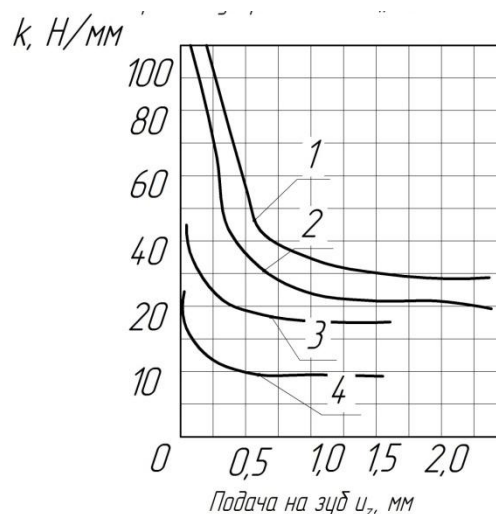


Рисунок 2 – Влияние подачи на зуб на удельную силу резания при фрезеровании

При фрезеровании с постоянным диаметром окружности резания с увеличением подачи на резец глубина и длина волны увеличивается, а упругое восстановление волокон уменьшается (рисунок 2).

Увеличение толщины снимаемого слоя h (припуска) при цилиндрическом фрезеровании при прочих равных условиях ведет к росту сил и мощности, затрачиваемой на резание. В работе [2] отмечается, что мощность и сила резания при цилиндрическом фрезеровании прямо пропорциональны ширине стружки (рисунок 5, 6).

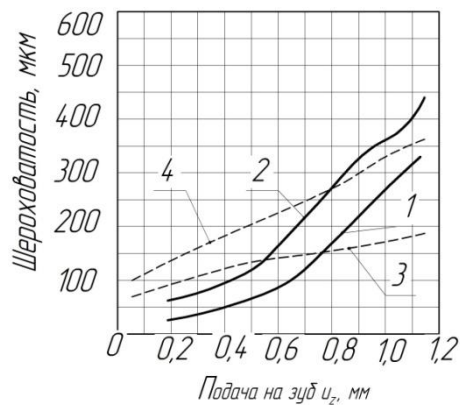


Рисунок 3 – Зависимость высоты неровностей от подачи на зуб при профильном фрезеровании

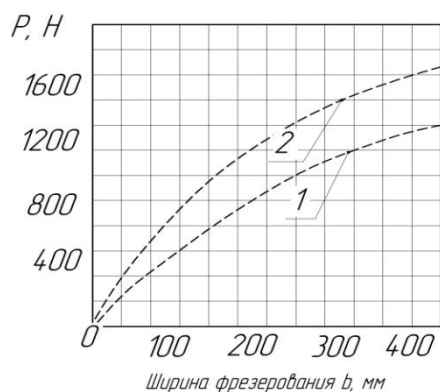


Рисунок 5 – Зависимость силы резания от ширины цилиндрического фрезерования

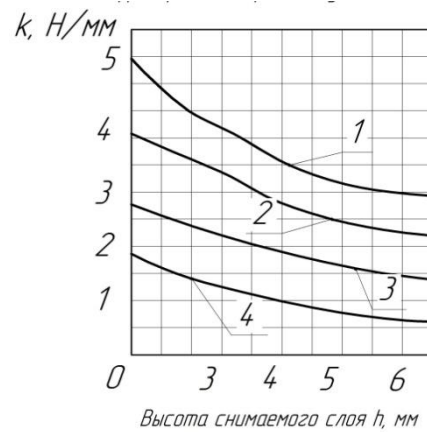


Рисунок 4 – Влияние высоты снимаемого слоя на удельную силу резания при профильном фрезеровании

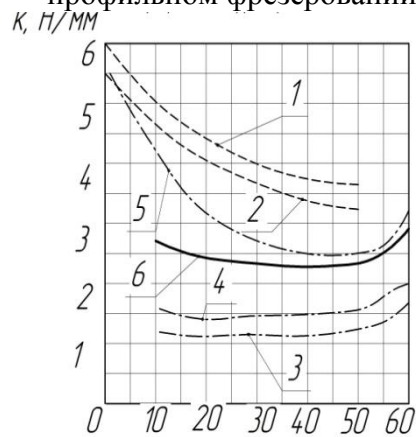


Рисунок 6 – Влияние скорости резания на удельную силу резания при фрезеровании.

Вывод. Скорость резания является одним из 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.

Перечень ссылок

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. Оптимизация технологических процессов механической обработки: учеб. пособие / В.И. Свирщёв. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 116 с.