

Такой результат объясняется тем, что, применяя наклонный источник тепла, автоматически учитывается, то, что часть теплоты деформации уносится стружкой, причем как очевидно это значительная часть тепла. Полученный результат объясняет необычно большие температуры при резании единичным зерном полученные в [5].

Таким образом, модель источника тепла при резании единичным абразивным зерном должна состоять из наклонного источника, в котором выделяется тепло от работы деформации на плоскости сдвига, и плоского непосредственно следующего за наклонным, на котором выделяется тепло от работы трения площадки износа по обработанной поверхности.

Список литературы: 1. Редько С.Г. Процессы теплообразования при шлифовании металлов. Изд-во саратовского университета, 1962, 231 с. 2. Резников А.Н. Теплофизика резания - М.: Машиностроение, 1969, 288с. 3. Сипайлов В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности - М.: Машиностроение, 1978, 167 с. 4. Островский В.И. Теоретические основы процесса шлифования. Изд-во ленинградского университета, 1981, 141 с. 5. Корчак С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей. - М.: Машиностроение, 1974, 280 с.

Поступила до редколлегии 12.12.07

УДК 621.833:621.7.04:519.876.5

Б.А. ПЕРЕПЕЛИЦА, Ю.Г. ГУЦАЛЕНКО

АНАЛОГОВОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ САД-ПОДГОТОВКИ STL-ФАЙЛОВ RPTM-ТЕХНОЛОГИЙ

Розглядається паралельне геометричне моделювання у системі cad-підготовки stl-файлів rptm-технологій із переважною орієнтацією на вісесиметричні вироби, зокрема із зубчастим вінцем.

Parallel geometric modelling in the system of cad-preproduction of stl-files of rptm-technology with primary orientation to axisymmetric goods, especially with a ring gear, is considered.

Введение.

Серьезное внимание разработчиков теории и методики 3D моделирования объектов, инструментов и процессов обработки на основе математического аппарата многопараметрических отображений в последние годы привлекает передовая технология RPTM, являющаяся интегрированной технологией ускоренного изготовления прототипов Rapid Prototyping, инструментального обеспечения Rapid Tooling и производства изделий Rapid Manufacturing. Кафедра интегрированных технологий машиностроения НТУ "ХПИ" стала инициатором приобретения для Украины этой технологии. С 2001 года НТУ "ХПИ" и ЗАО "Конструкторско-технологическое бюро верификационного моделирования и подготовки производства" (ЗАО "Верифика-

ционные модели") последовательно создают учебно-научно-производственный Центр интегрированной технологии ускоренного формообразования изделий на базе технологии быстрого прототипирования и комбинированных процессов обработки. С 2003 года Центр укомплектован оборудованием порошкового лазерного спекания - SLS-системой Vanguard производства фирмы "3D Systems" (США), а также системой объемного сканирования Iscan Didinging производства фирмы Imetric SA (Швейцария). Реализации Центром этой технологии на предприятиях авиационной и машиностроительной промышленности свидетельствуют о ее большом потенциале и возможностях обеспечить принципиальное повышение технологического уровня производства и выпуск конкурентоспособной продукции [1].

Опыт НТУ "ХПИ" подтверждает возможность успешной интеграции теоретических 3D моделей на основе многопараметрических отображений и методик их использования с новейшими зарубежными разработками. С 2003 года в Центре выполняются работы по параллельному представлению геометрических моделей сложнопрофильных объектов с зубчатым венцом в системе CAD-технологий формирования STL-файлов для ускоренного прототипирования. Первая подобная разработка зуборезного долбяка выполнена магистром Филимоновым Е.В. (выпускник 2003 года) при участии студентки Кондусовой Н.В. (выпускник 2004 года) и ассистента Кушнаренко О.Н., а также при методической поддержке руководителя ЗАО "Верификационные модели" к.т.н. Витязева Ю.Б. [2].

Последовательность аналоговой cad-подготовки stl-файлов применительно к сложнопрофильным осесимметричным изделиям, в том числе с зубчатым венцом.

Метод объёмного сканирования позволяет сформировать базу данных о топографии исследуемого объекта в виде массива измеренных точек (облако точек). Решение подобных задач связано с разработкой и использованием определенной системы алгоритмов измерения, моделирования, контроля.

Рассмотрим возможную последовательность моделирования процесса обмера с параллельным представлением моделей для сканирующего измерительного устройства с вращающимся столом.

На начальном этапе определяется система координат измеряемого объекта и выполняется ее совмещение с системой координат математической модели. Осуществляется выбор плотности обмера или угловой скорости при обмере наклонных участков и участков, требующих повышенной точности измерений. Для этого необходимо общее параметрическое описание объекта исследования.

С этой целью выделяются характерные локальные участки, дифференцируются по геометрической сложности, определяются их границы и характерные опорные точки. По аналитическим зависимостям рассчитываются координаты границ этих участков, а также, при необходимости, координаты промежуточных опорных точек. Переход от аналитического описания к локальной сплайн-аппроксимации позволяет приближенно отобразить поверх-

ность модели набором точек, вычисляемых с заданным шагом между узлами сплайна. Локальная аппроксимация сплайнами по точности приближения близка к сплайн-интерполяции и в то же время существенно проще с точки зрения численной реализации. Сущность данного подхода заключается в том, что в определенных (переходных) зонах геометрической модели соответствующие им конструктивные элементы объекта исследования подлежат дополнительному субописанию для получения точности результата в соответствии с постановкой задачи.

Количество краевых условий (узловых точек) определяется базисом и степенью сложности аппроксимируемых поверхностей объекта исследования. Кривые степенного базиса порядка меньше трех и дуги окружностей (например, галтели, окружности впадин и выступов профиля инструмента) аппроксимируются по четырем узлам. Эвольвента, являясь протяженной кривой нестепенного базиса, требует большего числа опорных точек (или других условий).

Шаг измерений, равномерный в пределах каждого из выделенных участков, варьируется в зависимости от геометрической сложности и функциональной важности участка.

В общем случае построения модели измеряемого объекта выбор опорных точек для позиционирования зависит от его типа, локализации и характера износа. В случае зуборезного долбяка [2] в качестве опорных целесообразно принять точки, соответствующие диаметру делительной окружности.

После определения позиции инструмента определяются параметры процесса измерения. В основе описания модели может лежать модифицированный алгоритм аппроксимации полученных посредством измерения данных.

Дальнейший анализ и обработка информации предполагает переход от точечной модели к полигональной поверхностной, с использованием алгоритмов триангуляции или перехода к сетчатому дискретному каркасу поверхности. Чтобы представить результаты как твердотельную модель, для триангуляции необходимо провести ряд тестов, которые могут исправить или дополнить исходную информацию, а для перехода к сетчатому каркасу выполнить процедуры по построению и упорядочиванию его узлов.

Если исключается искажение информации и снижение или «усреднение» точности, то описание может передаваться в САД-систему и дальнейшие 2D и 3D построения осуществляются ее средствами. В этом случае необходимо обеспечить единообразие представления внешних данных – структуры, формата и т. д.

Универсальные STL-файлы программного обеспечения технологии ускоренного прототипирования обеспечивают адекватный процесс чтения-записи результатов триангуляции и передачи измеренной информации. Возможность экспорта системой форматов для описания геометрии поверхности на субуровне в виде массива треугольников позволяет избежать ее искажения и корректно оценивать погрешности и износ в объекте исследования.

Анализ результатов измерений заключается в сравнении реальной поверхности с теоретической. Основываясь на точной математической модели, при помощи специальных алгоритмов разделения измеренных точек, определяются отдельные фрагменты-образы для контроля измеренных координат действительной поверхности объекта исследования. Для этого контролируемые фрагменты совмещаются с математически описанными и определяются их характеристики и отклонения. При оценке результатов обмера, основываясь на математическом описании расположения геометрических элементов и их параметров, можно определить номинальные величины и отклонения, исследовать интенсивность износа интересующих участков, восстановить их геометрию, представить результат визуально и дать его оценку.

Выводы.

Современные прецизионные технологии механообработки, сложность геометрической формы и возросшие требования к качеству изделий обуславливают необходимость нового подхода к оценке геометрической точности обрабатываемого и обрабатывающего объектов. Такой подход может быть рассмотрен на примере параллельного (по натурному образцу-аналогу) представления геометрических моделей сложнопрофильных объектов, например с зубчатым венцом (зубчатые колеса, зуборезные долбяки и т.д.), в системе CAD-технологий формирования STL-файлов для ускоренного прототипирования. Изменение или искажение геометрии инструмента и обрабатываемой детали, обусловленные технологией изготовления, эксплуатацией, вызванные износом или восстановлением, можно выявить достаточно точно лишь при наличии параллельного 3D-описания измеренной и моделируемой поверхностей. Например, моделирование формообразования на основе реальных измеренных параметров инструмента с последующей имитацией обкатки колес до начала обработки на станке позволяет практически полностью исключить брак. Причем моделирование процесса обмера поверхности и изменяемая при этом пошаговая дискретизация могут обеспечить, например, повышенную точность для изношенных или перетачиваемых участков зуборезного инструмента.

Математические модели сложнопрофильных объектов, например зубчатых колес усовершенствованных передач крутящего момента [3], и соответствующие им численные реализации в матричной форме, параметрическими уравнениями или массивом точек закладываются в экспертные системы (информационную базу) CAD/CAM систем соответствующих объектов, инструментов и процессов формообразования. Создание в НТУ "ХПИ" теории унифицированной многопараметрической информационной базы CAD/CAM систем зубообработки предусмотрено очередным проектом исследований на ближайшие 2-3 года.

Список литературы: 1. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления /Под ред. Л.Л.Товажнянского и А.И.Грабченко. – Харьков: ОАО "Модель Вселенной", 2005. – 224 с. 2. Создание теории и методики моделирования процессов резания в трехмерном (3D) пространстве на основе многопараметрических аффинных отображений: Отчет о НИР

(заключит.) /Нац. техн. ун-т "Харьк. политехн. ин-т"; рук. Перепелица Б. – Харьков, 2004. – 227 с. – № ГР 0102U000976. – Инв. № 0205U002336. 3. Обобщение 3D-моделирования инструментов и формообразования усовершенствованных зубчатых зацеплений с использованием интегрированной технологии RPTM: Отчет о НИР (заключит.) /Нац. техн. ун-т "Харьк. политехн. ин-т"; рук. Перепелица Б. – Харьков, 2007. – 246 с. – № ГР 0105U000575. – Инв. № 0208U.

Поступила в редколлегию 17.12.07

УДК 661.5:544.4

В.В. КАЗАКОВ

ЗДОБУТКИ НАУКОВОЇ ШКОЛИ В ГАЛУЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВ'ЯЗАНОГО АЗОТУ У ВИРОБНИЦТВІ НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ

Показано здобутки та внесок учених ХПІ в створення нових технологічних схем виробництва HNO_3 у 60-80-ті роки ХХ століття. Наведено основні показники та техніко-економічні характеристики створених технологій. З'ясовано основні тенденції розвитку виробництва нітратної кислоти.

The paper shows the main achievements and contribution of KhPI scientists to the creation of new technological schemes of HNO_3 production in the 60s-80s of the XXth century. Basic indicators and technical economic characteristics of the developed technologies were presented. Principal tendencies of development of nitric acid production were revealed.

Метою дослідження є з'ясування здобутків наукової школи В.І.Атрошенка у розвиток і створення нових технологій виробництва нітратної кислоти.

Дослідження вчених при створенні технологій HNO_3 .

У 20-30-ті роки ХХ ст. в основному HNO_3 одержували в схемах під атмосферним тиском на всіх стадіях процесу. Такий тиск позитивно впливає на окиснення NH_3 до NO ($\alpha=97-98\%$), але ступінь поглинання оксидів азоту водою в баштах кислотної абсорбції складає лише 92–94 %, що приводило до значної втрати зв'язаного азоту. Тому І.Є. Адауров, В.І. Атрошенко К.Г. Седашева та ін. запропонували поглинати оксиди азоту в лужних абсорберах, які працювали за принципом протитечії: у другий апарат за ходом газів подавали розчин соди (200–250 г/л) або вапняне молоко (80–100 г/л) і одержані розчини перероблювали в нітрит-нітратні солі. При цьому загальний ступінь поглинання оксидів азоту підвищувалась до 98 %, різко зменшувались втрати зв'язаного азоту [1,2].

У 1941–43 рр. під керівництвом В.І. Атрошенка співробітники ХХПІ, ДІАП та Чирчикського електромеханічного комбінату розробили й упровадили метод очищення електротехнічного кисню від краплинок лугу й застосовували O_2 у виробництві HNO_3 . Це дозволило збільшити потужність цеху HNO_3 на 30 %, знизити видаткові коефіцієнти, збільшити концентрацію HNO_3 і зменшити викиди NO_x в атмосферу [1]. Абсорбційна колона