

обработка), припуск определяется одновременно на две стороны. Следовательно, неравномерность припуска проявится только в ходе чистовой обработки в виде чернот, определяемых визуально. В связи с неравномерностью припуска контуры впадин в переходных зонах несимметричны и, следовательно, подрез, образованный протуберанцем фрезы на сторонах впадин, – неравномерный. Он может превышать величину радиуса начала активного профиля, из-за чего возможно касание шлифовальным кругом нешлифуемых участков впадины или даже образование уступа. Эти дефекты впоследствии проявляются как опасные концентраторы напряжений, приводящие к снижению изгибной усталостной прочности зубьев.

Таким образом, обоснованное задание погрешности базовых поверхностей заготовок зубчатых колес перед операциями зубообработки является необходимым условием обеспечения равномерности припуска под чистовую обработку и позволяет повысить точность изготовления зубчатого колеса.

Литература

1. Сидоренко, А.К. Производство крупных зубчатых передач / А.К. Сидоренко, Я.И. Адам, Г.Г. Овумян. – М.: Машгиз, 1961. – 68 с.
2. Овумян, Г.Г. Повышение производительности и качества чистового зубонарезания / Г.Г. Овумян. – М.: Машиностроение, 1979. – 64 с.
3. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач: учеб. пособие / под общ. ред. М.М. Канне, В.Е. Старжинского. – СПб.: Профессия, 2007. – 832 с.
4. Овумян, Г.Г. Чистовая обработка зубьев закаленных колес / Г.Г. Овумян, Я.И. Адам. – М.: Труды ЦНИИТМАШа, 1968. – 43 с.

УДК 621.9

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ СФЕРИЧЕСКИХ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

В.В. Вовк, П.В. Скрынник, С.В. Корзун

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев

Введение. При обработке фасонных поверхностей в основном используются сферические концевые фрезы. Условия эксплуатации сферических концевых фрез и требования к их надежности при работе ставят этот инструмент в ряд специального.

На рынке САПР практически отсутствуют САПР режущих инструментов, обеспечивающие проектирование инструмента с учетом условий

его эксплуатации, что вызвано отсутствием теории определения геометрических параметров в процессе работы инструмента. В работах [1, 2] изложены основные положения расчета геометрических параметров режущей части сферических конечных фрез, которые обеспечили разработку САПР рабочей части этого инструмента в средах PowerShape и Unigraphics.

Общая характеристика программы. Система автоматизированного проектирования (САПР) сферических конечных фрез предназначена для использования конструкторами-инструментальщиками, которые проектируют режущий инструмент. Программа имеет имя DAC_TM, работает под ОС Windows XP. Языки программирования C# для работы с PowerShape и C для Unigraphics. Для функционирования программы необходима система PowerShape и/или Unigraphics.

Данная САПР позволяет на стадии проектирования анализировать геометрию рабочей части сферических фрез относительно условий их эксплуатации, рассчитывать их изменение вдоль режущей кромки в заданный момент резания и выбирать наиболее целесообразные из них.

При этом одним из вопросов, которые решаются в этой программе, является анализ возможности изготовления отдельных поверхностей коническим шлифовальным кругом. На основе такого анализа решается задача определения установочных параметров шлифовального круга в зависимости от изменения геометрии на режущей кромке инструмента.

Основные задачи, которые решает данная САПР:

1. Задача проектирования: расчет геометрических параметров; анализ и выбор геометрии.
2. Задачи формообразования, связанные с особенностями изготовления, и анализ возможности обработки отдельных поверхностей коническим шлифовальным кругом.
3. Создание 3D модели фрезы: построение сложных кривых по точкам с заданной точностью; определение сетки кривых и построение по ней тел с заданной точностью; оптимизация построения элементов модели по критериям времени, корректности и точности модели.

Проектирование рабочей части. В основу САПР положены разработки кафедры инструментального производства [1, 2, 3, 4].

Информационное обеспечение САПР сферических фрез включает в себя разработку теории и методик расчета геометрических параметров инструмента в любой момент времени его работы в каждой точке режущей кромки, а также силовой расчет [5] и проверку спроектированного инструмента на прочность.

Геометрические параметры сферических фрез рассчитываются по зависимостям, приведенным в [1,2]. Критерием выбора геометрических па-

параметров являются допустимые значения передних и задних углов режущей части.

Задачей проектирования является расчет изменения геометрических параметров вдоль режущей кромки с учетом условий работы инструмента и условий их изготовления. Поэтому расчет проводят по выходным данным, которые подразделяются на 4 группы:

- параметры фрезы – используются для расчета геометрических параметров, расчета фрезы на прочность, анализа и выбора геометрии, решения задач формообразования;
- установочные параметры и параметры шлифовальных кругов – используются для анализа изготовления отдельных поверхностей коническим шлифовальным кругом;
- параметры точности – влияют на точность и скорость построения модели;
- условия эксплуатации – используются для расчета фрезы на прочность, выбора геометрии.

Следующим этапом решения этой задачи является расчет геометрических параметров вдоль режущей кромки с учетом угла опережения и выбор целесообразной геометрии.

При анализе геометрии режущей части фрез критерием выбора служат допустимые пределы их изменения вдоль режущей кромки для заданных условий обработки.

После выбора геометрии режущей части решается задача формообразования фасонных поверхностей фрезы с учетом технологии ее изготовления, а именно, формообразование канавок, в частности, винтовых, передней и задней поверхности коническим шлифовальным кругом, которая раньше не рассматривалась. В зависимости от диаметра фрезы, количества зубьев и геометрии режущей части решены задачи определения установочных параметров кругов (круга).

Программа предусматривает анализ возможности обработки отдельных поверхностей заданным коническим шлифовальным кругом.

Построение модели. Пример реализации разработанного программного продукта рассмотрим на примере построения 3D модели в PowerShare четырехзубой фрезы диаметром 6 мм.

Основные этапы построения модели показаны на примере сфероконической концевой фрезы.

На первом этапе построения создается заготовка – твердое тело, полученное объединением сферы и конуса.

После анализа возможности изготовления поверхности с заданными геометрическими параметрами и определения соответствующих устано-

вочных параметров шлифовальных конических кругов формообразующие операции выполняются в такой последовательности:

- выбирается дискретность определения координат точек сечения нужной поверхности и дискретность самих сечений;
- решается задача формообразования, результатом которой являются координаты точек поверхности в соответствующих сечениях;
- строятся кривые (сплайны, дуги и отрезки), которые задают сечения поверхности (рис. 1, а);

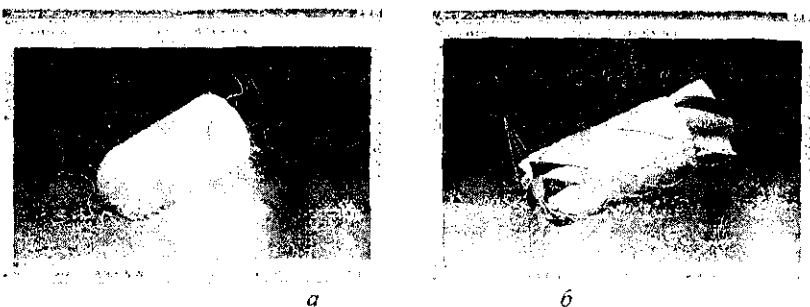


Рис. 1. Создание сечений (а) и поверхности (б): 1 – нормаль направлена в тело, 2 – из тела

- строится поверхность или тело по данным кривым и выполняются логические операции с активным телом (рис. 1, б, 2).



Рис. 2. Сформированная стружечная калавка

На рис. 3 приведены примеры построенных 3D моделей рабочей части сферических фрез с различным количеством зубьев.

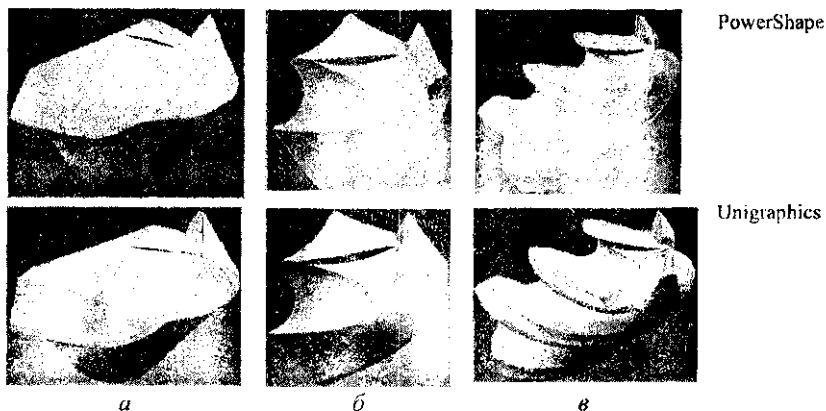


Рис. 3. 3D модели рабочей части сферических фрез

Выводы. В работе представлена впервые созданная САПР рабочей части сферической фрезы, которая учитывает на этапе проектирования фрез условия изготовления и эксплуатации этого инструмента. Создание этой САПР обеспечило сокращение сроков, повышение качества проектирования, надежности спроектированного инструмента в работе, снижение поломок инструмента и повышение его стойкости.

Литература

1. Вовк, В.В. Геометрия задней поверхности концевых фасонных фрез / В.В. Вовк // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. – вип. № 16. – 2004. – С. 18 – 25.
2. Равская, Н.С. Геометрия передней поверхности концевых фасонных фрез / Н.С. Равская, Т.П. Николаенко, В.В. Вовк // Вестник НГУУ «КНИ». Серия «Машиностроение». – Вып. 45. – 2004. – С. 83 – 86.
3. Вовк, В.В. Геометрические основы разработки интегрированных технологий проектирования и изготовления сферических концевых фрез / В.В. Вовк, Е.Р. Линский, С.В. Корзун // Вестник НГУУ «КНИ». Серия «Машиностроение». – Вып. 52. – 2008. – С. 397 – 403.
4. Равская, Н.С. Особенности разработки информационной технологии проектирования, анализа и контроля сферических концевых фрез / Н.С. Равская, В.В. Вовк, П.В. Скрышник // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ. – вип. № 22. – 2007. – С. 14 – 18.
5. Вовк, В.В. Загрузка режущей части фасонных концевых фрез / В.В. Вовк, К.Б. Балухок // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. – вип. № 17. – 2005. – С. 60 – 65.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ОБКАТЫВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОСЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР

С.Г. Бохан, В.В. Титов

Белорусский национальный технический университет, Минск

Введение. Целью настоящего исследования явилось определение возможности упрочнения осей колесных пар трамвайных тележек с применением механических накатных устройств с упругим силовым элементом. Технологическая сложность процесса упрочнения методами ППД такого типа деталей определяется необходимостью применения больших усилий обкатывания, а использование для их создания гидравлических приспособлений в значительной мере удорожает процесс упрочнения. Отсюда следует потребность в более подробном рассмотрении процессов в зоне контакта ролика с деталью, что, в свою очередь позволит оптимизировать режимы обкатывания для обеспечения максимально возможной глубины упрочняемого слоя с применением механических обкатных приспособлений.

Методика исследования процесса деформирования поверхностного слоя при обкатывании роликом. В работах П.Г. Алексева, В.М. Браславского, М.А. Балтер, И.В. Кудрявцева, Д.Д. Папшева, А.Г. Суслова и других ученых показано, что использование методов поверхностного пластического деформирования (ППД) дает возможность значительно повысить эксплуатационные характеристики обрабатываемых деталей [1, 2, 3, 4]. В процессе обкатывания роликами деформация поверхностного слоя локализуется в зоне, непосредственно примыкающей к рабочему профилю ролика, находящегося в контакте с поверхностью детали, при этом зона контакта будет иметь определенные геометрические характеристики, зависящие от режимов обработки.

Для изучения закономерностей изменения зоны пластической деформации был использован метод фотографирования в проходящем свете, позволяющий зафиксировать зону контакта в процессе обработки и по полученным фотографиям определить ее параметры.

В качестве геометрических характеристик зоны деформации использовались углы охвата ролика металлом детали [5]. Угол φ_1 отсчитывался от радиуса профиля ролика, проведенного через верхнюю точку волны металла, возникающей перед роликом в направлении подачи, до оси симметрии профиля ролика. Угол φ_2 отсчитывался от радиуса профиля ролика,