

УДК 621.914.1.04 + 658.51

УПРАВЛЕНИЕ ТОЧНОСТЬЮ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ ФРЕЗЕРУЕМЫХ ПАЗОВ ПОСРЕДСТВОМ СИМУЛЯТОРА, ИНТЕГРИРОВАННОГО В СИСТЕМУ VERICUT ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА

С.В. Сергеев, Ю.С. Сергеев, А.А. Шелегов

Показана возможность практической реализации управления размером и формой пазов через сечения срезаемых слоев зубьями вращающихся концевых многолезвийных инструментов при технологической подготовке операций обработки пазов.

Ключевые слова: симуляция обработки, формообразование пазов, вращающиеся концевые многолезвийные инструменты, срезаемые слои, размер и форма паза.

За последние годы на ведущих машиностроительных предприятиях нашей страны обновлен парк металлообрабатывающего оборудования. Новые станки российского и импортного производства многофункциональны и отвечают самым высоким требованиям по точности и производительности. Для работы на новом оборудовании применяется современный твердосплавный режущий инструмент от лучших мировых производителей, изготовленный по передовым технологиям. В результате новые производственные условия позволяют получать продукцию отличного качества и в кратчайшие сроки. Но, несмотря на комплекс мер по улучшению качества выпускаемых изделий, всегда существуют детали, имеющие так называемые «проблемные места». Под «проблемными местами» подразумеваются нетехнологичные поверхности деталей, размеры и форма которых при серийном их производстве не всегда обеспечиваются даже при полном соблюдении требований технологического процесса. В результате, приходится вносить какие-либо коррективы в существующую технологию изготовления по ходу работы, а это лихорадит производство.

При обработке металлов резанием к нетехнологичным поверхностям деталей можно отнести такие элементы как высокоточные отверстия и пазы. Теоретически и практически было установлено [1], что точность размеров и формы таких поверхностей напрямую зависит от степени влияния динамических факторов, возникающих в процессе обработки, причем они, в свою очередь, зависят от режимов резания. Поэтому самым простым и правильным способом обеспечения требуемой точности является назначение оптимальных режимов резания. Существующая методика расчета режимов резания не учитывает влияния динамических факторов на обработку. Поэтому для оптимизации расчетных значений были созданы специальные симуляторы [2, 3].

Покажем, как можно оптимизировать режимы резания при обработке пазов. Посредством «Симулятора управления точностью размеров и формы фрезеруемых пазов» [4] расчетные значения режимов обработки можно скорректировать до оптимальных. В процессе работы симулятор производит динамическую анимацию фрезерования с удалением материала в реальном времени, а по ее окончании выводит результаты расчета. Принцип работы симулятора продемонстрируем на примере реально выпускаемой на АО «Агрегат» г. Сим детали «Качалка» (рис. 1). Полный цикл обработки данной детали выполняется на многоосевом токарно-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ «*Bumotec S-191 FTLR*». Материал заготовки Сталь 14X17H2. Обработка ведется твердосплавным инструментом импортного производства с идеальной геометрией. Режимы резания назначены с использованием соответствующих справочников по их расчету,

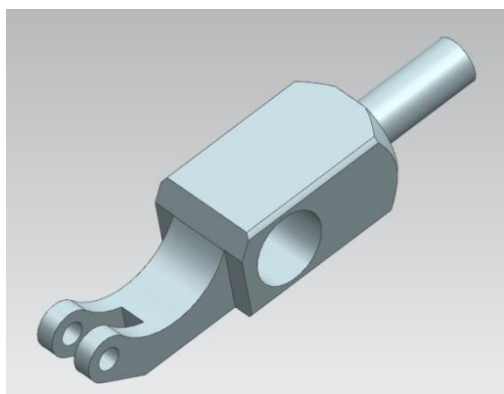


Рис. 1. 3-D модель детали «Качалка»

а также каталогов с рекомендациями производителей режущего инструмента. Корректировка режимов резания будет производиться для фрезеровки паза шириной $3^{+0,04}$ мм и глубиной 8 мм. Требуемая шероховатость поверхностей $Ra1,6$. Обработка ведется четырехзубой фрезой. Расчетным путем получено, что число оборотов фрезы составит 2200 об/мин, а подача 0,04 мм/об. Дополнительно для симуляции процесса потребуются значения амплитуды и частоты поперечных колебаний, которые, как и в случае с симулятором управления точностью размеров и формы отверстий [5], вычисляются при помощи метода конечных элементов. После задания расчетных исходных данных в управляющую программу симулятора производят процесс виртуальной фрезеровки.

По результатам симуляции обработки (рис. 2), видно, что параметры паза не соответствуют заданным требованиям. Численно и визуально можно определить, что паз в поперечном сечении имеет форму «ласточкиного хвоста», а его дно является не плоским. Далее производят корректировку расчетных режимов резания. Каждый вариант предполагаемых значений проверяют в симуляторе. Когда все параметры паза будут удовлетворять заданным, корректировку считают завершённой, а окончательный вариант режимов резания вносят в технологию обработки детали. Результаты симуляции обработки представлены в таблице.

Таблица

Результаты симуляции обработки

Ширина паза по верху (в начале)	3,05	мм
Ширина паза по верху (в конце)	3,05	мм
Ширина паза по дну (в начале)	3,17	мм
Ширина паза по дну (в конце)	3,17	мм
Угол нарастания разбивки паза в плоскости резания (по верху)	0	град.
Угол нарастания разбивки паза в плоскости резания (по низу)	0	град.
Угол отклонения стенки паза в поперечном сечении относительно вертикали (в начале)	0,42971	град.
Угол отклонения стенки паза в поперечном сечении относительно вертикали (в конце)	0,42971	град.
Длина паза по верху	14,03	мм
Длина паза по дну	14,09	мм
Глубина по середине паза (в начале)	8,010875	мм
Глубина по середине паза (в конце)	8,010875	мм
Глубина возле стенок паза (в начале)	7,989125	мм
Глубина возле стенок паза (в конце)	7,989125	мм
Высота неровностей профиля боковой поверхности паза (MAX)	2,727206	мкм
Шаг неровностей профиля боковой поверхности паза (MAX)	16,060201	мкм
Время обработки	0,16	мин
Суммарный снятый объем материала	241,1735	куб.мм

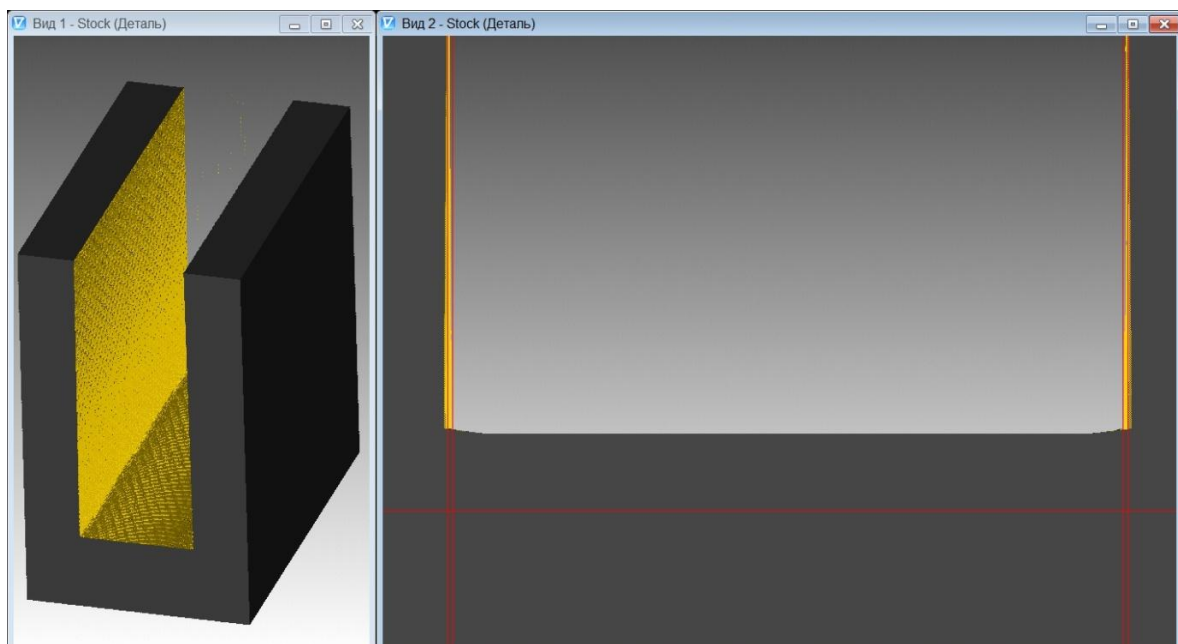


Рис. 2. Результаты симуляции обработки паза по расчетным режимам резания

Заключение. Таким образом, производится корректировка режимов резания, с учетом динамических факторов, влияющих на процесс резания. Данную процедуру целесообразно выполнять еще на этапе подготовки к производству. Компьютерная симуляция позволяет сократить некоторые издержки предприятия при запуске деталей на станке, что благоприятно сказывается на производственном процессе в целом.

Библиографический список

1. Сергеев, С.В. Повышение эффективности вибрационных процессов при механической обработке различных материалов: монография / С.В. Сергеев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 262 с.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2015616851 Российская Федерация. Симулятор управления диаметальной точностью обработки отверстий перераспределением координированных срезаемых слоев на зубьях многолезвийных инструментов / С.В. Сергеев, Ю.С. Сергеев, В.П. Гоголев, А.А. Шелегов. – № 2015613644; заявл. 30.04.2015; зарег. 24.06.2015. – 16 с.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2015618142 Российская Федерация. Симулятор управления точностью продольной формы отверстий перераспределением координированных срезаемых слоев на зубьях вращающихся многолезвийных инструментов / С.В. Сергеев, Ю.С. Сергеев, В.П. Гоголев, А.А. Шелегов. – № 2015614547; заявл. 01.06.2015; зарег. 31.07.2015. – 25 с.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2016612150 Российская Федерация. Симулятор управления точностью размеров и формы фрезеруемых пазов / С.В. Сергеев, Ю.С. Сергеев, В.П. Гоголев, А.А. Шелегов. – № 2015663298; заявл. 31.12.2015; зарег. 18.02.2016. – 16 с.
5. Сергеев, С.В. Особенности верификации управляющих программ по точности формообразования поверхностей / С.В. Сергеев, А.А. Шелегов, Ю.С. Сергеев // Наука ЮУрГУ [Электронный ресурс]: материалы 67-й научной конференции. Секции технических наук. – Электрон. текст. дан. (41,2 Мб). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – С. 1772–1776.

[К содержанию](#)