

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ОБОРУДОВАНИИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

В.В. КАДОЧНИКОВА, Д.М. КОЗАРЬ
Томский политехнический университет
E-mail: vkadocnikova@gmail.com

В авиационной и машиностроительной промышленности используются нежесткие детали сложной формы и профиля типа лопастей и тонкостенных корпусов. Для подобных деталей актуальна задача минимизации деформации обрабатываемой заготовки, связанной с возникающими упругими отжатыми деталями при механической обработке. Как правило, для снижения величины этих деформаций и повышения качества обработки необходимо использовать дополнительную оснастку, типа упоров.

Другим примером можем служить проблема обработки жаростойких и вязких сталей. Этот процесс также часто сопровождается вибрацией, вызванной недостаточной жесткостью технологической системы станка. В этом случае вибрацию снижают путем увеличения жесткости закрепления инструмента и обрабатываемой детали, либо изменением режимов обработки.

В конечном счете, все это увеличивает сложность изготовления изделий, а также их конечную стоимость.

В представленной работе автором выполнен обзор наиболее актуальных научных исследований по данной тематике.

В настоящее время наиболее интенсивно изучаются вопросы связанные с повышением точности лезвийной обработки и качества поверхностного слоя изделия. Для решения этих задач нашли применение 3 основных направления:

1. Выбор устойчивых режимов обработки, обеспечивающих минимизацию упругих деформаций детали и их влияние на точность и шероховатость поверхности.
2. Использование методов активного гашения вибрации специальными виброгасителями. Динамический виброгаситель используется как дополнительная колебательная система, всегда работающая в противофазе с источником колебаний.
3. Управление режимами обработки в реальном времени.

Первые два направления к настоящему моменту уже глубоко изучены и применяются в промышленности. Последнее направление стало активно исследоваться с появлением станков с ЧПУ, позволяющих менять режимы резания непосредственно в процессе обработки. Это открыло возможности для поиска совершенно новых методов активного воздействия на вибрацию технологической системы при резании.

Однако для обеспечения возможности управления этим процессом необходимо знать механические свойства обрабатываемой детали с учетом их изменения по времени и положению инструмента относительно поверхности детали.

Механические свойства детали будут меняться по мере удаления припуска на обработку и перемещения инструмента по поверхности детали, так как ее жесткость, присоединенная масса и коэффициент демпфирования в различных точках детали неодинаковы.

Для учета этих изменений и прогнозирования их влияния на точность обработки используется компьютерное моделирование методом конечных элементов. Данный метод получил повсеместное распространение в решении задач связанных с моделированием прочности твердых тел и определения их механических свойств, а также частот и форм собственных колебаний [1] на основе свойств выбранного материала и данных о геометрии детали.

В статье [2] показана возможность создания динамического вибрационного гасителя колебаний, предназначенного для снижения уровня вибраций. Так же в статьях [3, 4] рассматривается устройство для защиты технологического оборудования от вибрации.

В статьях [5, 6, 7] разработаны основы математической модели процесса контурного фрезерования мало жестких деталей, с помощью которой можно определять зоны устойчивых режимов. Для повышения качества обработанной поверхности и точности выбора режимов резания осуществляется в пределах выявленных зон устойчивости.

В работах [8, 9, 10] разработана стратегия подавления автоколебаний при фрезеровании, основанная на детектировании нарастания автоколебаний и коррекции частоты вращения фрезы в режиме реального времени. Проведена проверка предложенной стратегии на основе модели динамики плоского фрезерования, которая использовалась системой управления.

Анализ этих работ показал актуальность выбранной тематики для дальнейшего исследования. Вместе с тем, следует отметить отсутствие комплексных результатов, которые бы объединяли в себе все необходимые составляющие для обеспечения выбора рациональных режимов резания на основе моделирования динамики процесса обработки.

Список литературы

1. Николаев С.М., Жулёв В.А., Киселёв И.А. Уточнение конечно-элементной модели лопатки ГТД на основе результатов вибрационных испытаний с учётом разброса модальных параметров // Наука и Образование: Научное издание. 2015;(9):336-351.
2. А.Н. Гаврилин, П.С. Рожков, О.О. Ангаткина, Б.Б. Мойзес. Динамический виброгаситель с системой автоматической настройки на частоту колебаний [Электронный ресурс] // Известия Томского политехнического университета / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2011.
3. А. Н. Гаврилин, П. С. Рожков, О. О. Ангаткина Инновационная разработка в области повышения производительности и точности лезвийной обработки на станках с ЧПУ // Контроль. Диагностика: научно-технический журнал / Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике. — 2011. — № 2. — С. 52-55
4. Синёв А.В., Чистяков А.Г., Былинин Л.Б., Эткин Д.Л., Денисенко Т.И., Яковлев В.В. Робот-станок параллельной кинематики с устройствами динамического гашения колебаний // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2009. № 2. С. 36-38.
5. Зелинский С.А., Морозов Ю.А., Серебряный Ю.А. Математической модели процесса контурного фрезерования нежестких деталей // Труды Одесского политехнического университета. 2015. Т. 1. № 1 (45). С. 28-33
6. Заковоротный В.Л., Губанова А.А., Лукьянов А.Д. Синергетический подход при изучении устойчивости формообразующих траекторий попутного фрезерования боковыми гранями концевых фрез (случай большой скорости резания). // Вестник Донского государственного технического университета. 2016;
7. С.А. Воронов А.В. Непочатов И.А. Киселев. Критерии оценки устойчивости процесса фрезерования нежестких деталей. // Известия высших учебных заведений.
8. Иванов И.И., Воронов С.А., Николаев С.М., Куць В.А. Моделирование вибраций при плоском фрезеровании с коррекцией частоты вращения в режиме реального времени // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2017. № 3. С. 1-16.
9. Воронов С.А., Киселев И.А., Аршинов С.В. Методика применения численного моделирования динамики многокоординатного фрезерования сложнопрофильных деталей при проектировании технологического процесса // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2012. № 6. С. 50-69.
10. Воронов С.А., Киселев И.А. Комплексная математическая модель динамики пространственного фрезерования податливых сложнопрофильных деталей // Проблемы механики современных машин: сб. ст. 5-ой международной НТК. Улан-Удэ. ВСГУТУ. 2012. С. 89-92.