

А. В. Никитенко, В. М. Давыдов

ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ МОДЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ МЕЛКОРАЗМЕРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

В работе рассматриваются вопросы повышения качества принятия решений по выбору режимов резания для обработки формообразующей модельной оснастки мелкоразмерным инструментом в условиях автоматизированного производства на основе исследований по определению сил резания, возникающих при обработке. Приведены характеристики разработанного устройства для измерения сил резания. *Мелкоразмерный инструмент; автоматизация; режимы резания; формообразующая оснастка; силы резания; гравирование*

В настоящее время практически отсутствуют научно обоснованные методы назначения режимов резания при обработке формообразующих поверхностей мелкоразмерным инструментом на современных станках с числовым программным управлением, что приводит к нерациональному назначению параметров обработки и снижению качества и производительности процесса обработки. Поэтому повышение эффективности обработки сложнопрофильных поверхностей мелкоразмерным инструментом является актуальной задачей.

Для большинства машиностроительных предприятий основным способом сокращения издержек является сокращение сроков подготовки производства и повышение производительности обработки. Методы и способы научно обоснованного определения режимов автоматизированной механообработки сложнопрофильных деталей могут быть использованы на предприятиях, где в структуре выпускаемых изделий преобладают детали со сложной геометрией, для которых формирование технологических переходов для станков с ЧПУ вызывает значительные трудности.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Измерение сил резания возникающих при обработке мелкоразмерным инструментом затруднено следующими факторами: существующие многокоординатные динамо-метры для измерения сил резания при фрезеровании непригодны для фиксации сил, возникающих при обработке мелко-размерным инструментом (20–2000 мН).

Силы резания, возникающие при гравировании, оказывают большое влияние на стойкость инструмента, динамические характеристики процесса резания, и, как следствие, на качество обработки. Процесс гравирования относится к методам обработки резанием, однако, имеется ряд особенностей, не позволяющих применять стандартные теоретические методы оценки сил резания. К таким особенностям относятся: специфическая конструкция режущего инструмента (гравера), сложность контроля мгновенных скоростей и ускорений перемещения гравера при обработке сложных поверхностей, малые величины силы резания, вызванные малыми размерами режущей части инструмента.

Для устранения недостатков, присущих существующим устройствам, разработан стенд для контроля составляющих сил резания при фрезеровании и гравировании (рис. 1).

Основной задачей, решаемой данным устройством, является повышение достоверности и независимости определения составляющих сил резания. Это достигается тем, что устройство для определения составляющих силы резания содержит дополнительные направляющие с узлами трения качения, с одной степенью свободы. Использование дополнительных направляющих позволяет обеспечить передачу ортогональных составляющих силового потока от инструмента на три взаимно перпендикулярные датчика.

На основе разработанного устройства возможно решение ряда задач по повышению эффективности мелкоразмерной обработки. Разработан программный комплекс для коррекции управляющих программ с целью снижения неравномерности сил резания, возникающих при

обработке сложнопрофильной формообразующей оснастки мелкогабаритным инструментом.

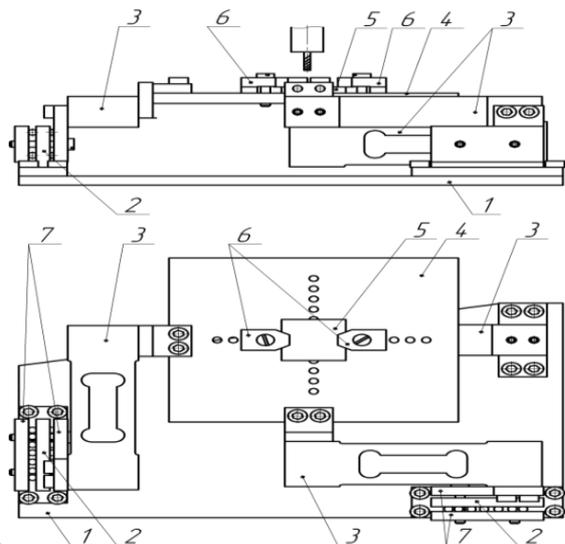


Рис. 1. Компонновка устройства для измерения сил резания при обработке мелкогабаритным инструментом: 1 – основание, 2 – неподвижные стойки, 3 – датчики, 4 – пластина, 5 – заготовка, 6 – прихват, 7 – направляющие

Экспериментально подтверждено снижение амплитуды сил резания, возникающих при обработке сложнопрофильных поверхностей, в 2–2,5 раза. Разработаны алгоритмы определения эффективных режимов резания на основе математической модели формирования качества поверхностей формообразующей модельной оснастки по данным о геометрических характеристиках мелкогабаритного инструмента и технологических параметров процесса обработки;

при этом параметры микрорельефа могут быть установлены на уровне Ra 0,8–1,6 мкм. Установлены взаимосвязи между параметрами, описывающими геометрические характеристики мелкогабаритного инструмента, формой и величиной возникающих микронеровностей профиля обрабатываемых поверхностей. Установлены параметры и разработана методика определения величины неровностей микрорельефа поверхностей деталей, получаемого механической обработкой на станках с числовым программным управлением. Разработана методика проектирования технологического процесса обработки формообразующей модельной оснастки мелкогабаритным инструментом с использованием системы автоматизированной поддержки принятия технологических решений, основанной на принципах работы интеллектуальных агентов, позволяющая снизить время на проектирование технологических процессов обработки формообразующей модельной оснастки на 20–30 %. Ограничения, накладываемые на технологические параметры процесса чистового гравирования, представлены на рис. 2.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Экспериментальные зависимости силы резания от величины минутной подачи и глубины резания при обработке детали из полиметилметакрилата гравером с радиусной кромкой представлены на рис. 3, 4. Измерения проводились на гравировально-фрезерном станке Alfa 30x30, фирмы Cielle (Италия). На графиках видно, что зависимость сил резания от подачи и глубины резания растет практически линейно.

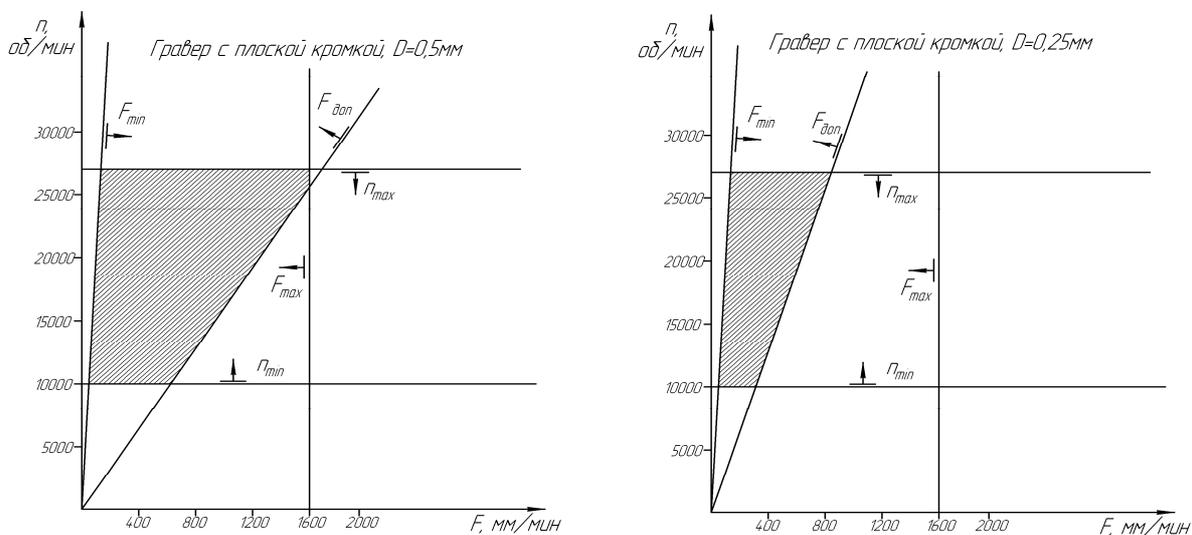


Рис. 2. Ограничения, накладываемые на технологические параметры процесса гравирования

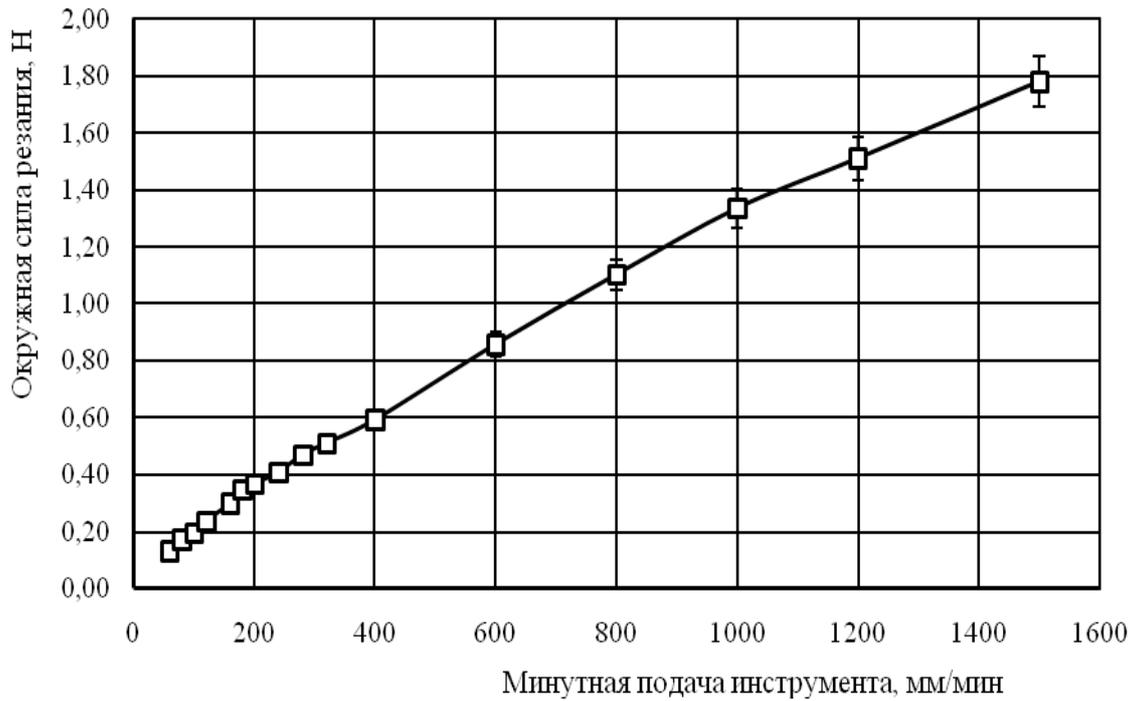


Рис. 3. Зависимость силы резания от величины минутной подачи (глубина резания 0,2 мм, частота вращения шпинделя 10000 мин⁻¹, ширина резания 0,08 мм)

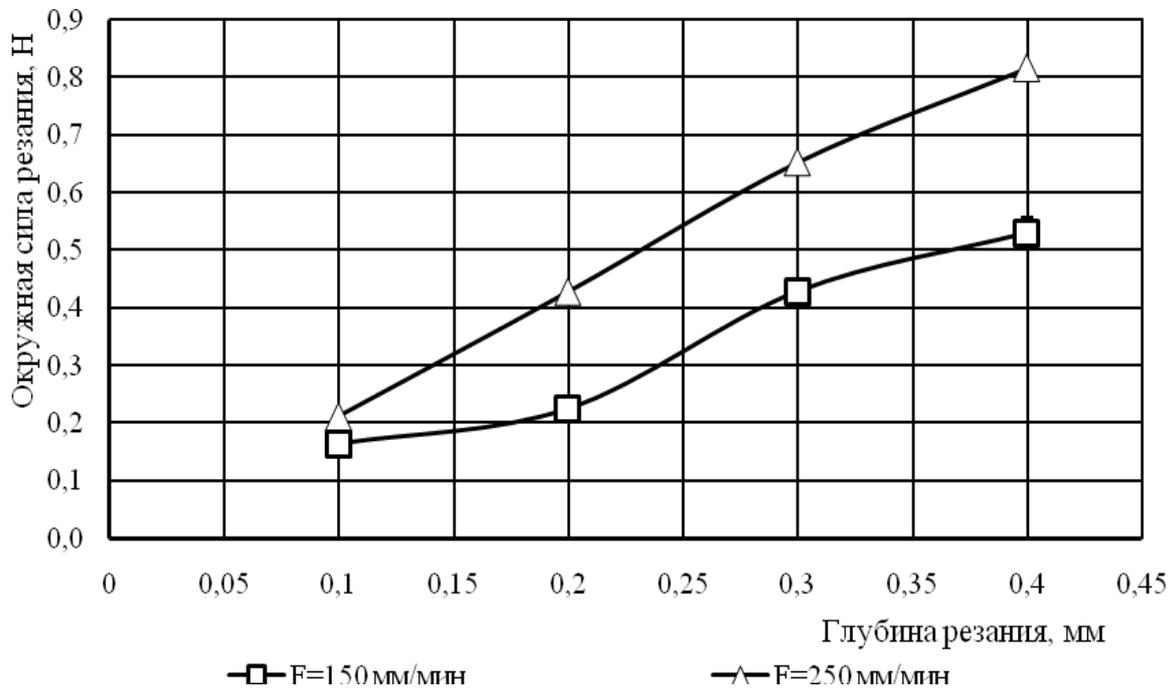


Рис. 4. Зависимость силы резания от величины минутной подачи (частота вращения шпинделя 10000 мин⁻¹, ширина резания 0,08 мм)

Данные зависимости позволили уточнить алгоритм коррекции подачи для снижения неравномерности сил трения, возникающих при обработке мелкоразмерным инструментом формообразующей модельной оснастки.

ВЫВОДЫ

Создание новых и совершенствование существующих технологических процессов изготовления деталей со сложной геометрией на основе теоретических и экспериментальных исследований многокоординатной механообработки мелкоразмерным инструментом в условиях автоматизированного управления должен включать следующие задачи:

- определение рационального состава технических параметров, влияющих на работу мехатронных систем;
- определение условий взаимодействия подсистем иерархической системы диагностирования;
- разработка методики анализа и определения диагностических параметров с учетом отказов работы оборудования;
- разработка управляющей сети Петри с учетом отказов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Радзевич С. П.** Формообразование поверхностей деталей. Основы теории: монография. К.: Растан, 2001. 592 с.
2. **Решетникова О. В., Давыдов В. М.** Интеллектуальная система выбора параметров сопрягаемых поверхностей деталей на стадии проектирования // Конструкторско-технологическая информати-

ка-2005. М.: ИЦ ГОУ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2005. С. 112–115.

3. **Кабалдин Ю. Г., Биленко С. В., Шпилев А. М.** Применение нейросетевых моделей процесса резания в системах адаптивного управления // СТИН. 2002. № 3. С. 3–9.

4. **Терешин М. В.** Автоматизация процедуры обмена конструкторско-технологическими данными о детали в многоуровневых интегрированных САПР: дисс. канд. техн. наук. Брянск: Изд-во БГТУ, 2000. 124 с.

5. **Никитенко А. В., Давыдов В. М.** Снижение неравномерности силы резания при обработке формообразующей модельной оснастки. Т. 2. Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО «КНАГТУ», 2010. 448 с.

6. **Никитенко А. В., Давыдов В. М.** Автоматизация выбора параметров инструмента при обработке формообразующих поверхностей мелкоразмерной модельной оснастки // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2010. № 4–2 (282). С. 32–36

7. **Никитенко А. В., Давыдов В. М., Прокопенко А. А.** Обоснование параметров шероховатости при обработке формообразующей оснастки мелкоразмерным инструментом // Вестник Брянского государственного технического университета. 2010. № 2 (26). С. 26–30.

ОБ АВТОРАХ

Никитенко Александр Васильевич, ст. преп. каф. технологическ. информатики и инф. систем ТОГУ. Канд техн. наук (КНАГТУ, 2010). Иссл. в обл. обработки формообразующей модельной оснастки.

Давыдов Владимир Михайлович, проф., зав. той же каф. Д-р техн. наук (КНАГТУ, 2004). Иссл. в обл. автоматизации производственных процессов.