

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ИХ ОБРАБОТКИ

Саункин В. Т., Онищук С. Г.

Рассматриваются вопросы определения погрешности обработки на автоматизированном оборудовании с использованием средств активного контроля. Изучено влияние тепловой деформации на погрешность обработки, приведены графические зависимости влияния подачи и скорости съема припуска на температурную деформацию деталей, которые предлагается использовать при выборе режима обработки для минимизации температурной деформации деталей при врезном шлифовании. Предлагается методика оценки случайных и систематических погрешностей обработки при врезном шлифовании, связанные как с погрешностями использованного оборудования, так и погрешностями измерения средств активного контроля в условиях автоматизированного производства.

Розглядаються питання визначення похибки обробки на автоматизованому обладнанні з використанням засобів активного контролю. Вивчено вплив теплової деформації на похибку обробки, наведені графічні залежності впливу подачі та швидкості видалення припуску на температурну деформацію деталей, які пропонується використовувати при виборі режиму обробки для мінімізації температурної деформації деталей при врізному шліфуванні. Пропонується методика оцінки випадкових і систематичних похибок обробки при врізному шліфуванні, пов'язаних з похибками як використововуваного технологічного обладнання, так і похибок вимірювання засобів активного контролю в умовах автоматизованого виробництва.

The questions of determination of error of treatment are examined on the automated equipment and by the use of facilities of active control. Influence of thermal deformation is studied on the error of treatment, graphic dependences over of influence of serve and speed of output of metal are brought on temperature deformation of details that it is suggested to use for the choice of the mode of treatment for minimization of temperature deformation of details at the mortise polishing. Methodology of estimate of casual and systematic errors is offered the treatments at the mortise polishing, related both to the errors of the used equipment, and errors of measuring of facilities of active control in the conditions of automated.

Саункин В. Т.

канд. техн. наук, доц. кафедры ТиУП ДГМА
tiup@dgma.donetsk.ua

Онищук С. Г.

канд. техн. наук, доц. кафедры ТиУП ДГМА

УДК 621.9.08

Саункин В. Т., Онищук С. Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ИХ ОБРАБОТКИ

Металлообрабатывающие станки с устройствами активного контроля должны обеспечивать получение изделий с заданным рассеянием размеров, соответствующим принятому полю допуска и его расположению. Точность получения размеров изделий зависит от многочисленных факторов, связанных с конструкцией станка, устройства активного контроля, режимами и условиями обработки.

Как показали исследования [1, 2], при врезном шлифовании средняя квадратическая погрешность обработки, определяющая поле рассеяния размеров в партии деталей, представляет собой результат суммирования следующих составляющих:

$$\Delta_{сум} = \sqrt{\Delta_{nc}^2 + \Delta_{nd}^2 + \Delta_{oc}^2 + \Delta_{od}^2} \text{ ,} \tag{1}$$

где Δ_{nc} – средняя квадратическая погрешность средства активного контроля в статических условиях;

Δ_{nd} – средняя квадратическая погрешность средства активного контроля в динамических условиях работы;

Δ_{oc} – средняя квадратическая погрешность обработки в статических условиях;

Δ_{od} – средняя квадратическая погрешность обработки в динамических условиях работы.

Исследования показали, что на точность обработки большое влияние оказывают погрешности, обусловленные системой «станок-приспособление-инструмент-деталь». Как следует из работы [3], суммарная погрешность обработки возрастает с увеличением нестабильности съема припуска. Одновременно отмечено влияние температурных деформаций на погрешность обработки, особенно при обработке тонкостенных деталей.

Целью работы является определение погрешности обработки при изменении температурных деформаций детали.

Как показали экспериментальные исследования, в процессе работы шлифовального станка происходит постепенный нагрев смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), приводящий к возникновению тепловых деформаций элементов станка и обрабатываемых деталей. Большой разброс величины припуска на обработку также является причиной возникновения погрешности обработки. Разница в величине снимаемого слоя металла приводит к различному теплообразованию и соответственно к различным тепловым деформациям обрабатываемых деталей.

В отличие от описанных ранее погрешностей имеется составляющая, которая не влияет непосредственно на момент окончания обработки, а проявляется на обработанных деталях. Это погрешность формы. Погрешность формы обусловлена тем, что размеры детали могут отличаться в разных точках обработанной поверхности.

Погрешность обработки в динамических условиях работы можно оценить как

$$\Delta_{i\ddot{a}} = \sqrt{\Delta_{t_0}^2 + \Delta_{\phi}^2} \text{ ,} \tag{2}$$

где Δ_{t_0} – средняя квадратическая погрешность, зависящая от температурной деформации детали;

Δ_{ϕ} – средняя квадратическая погрешность, возникающая вследствие погрешности формы детали (определяется экспериментально).

На точность настройки, как показали экспериментальные исследования, влияют погрешность аттестации образцовой детали, значение которой, как правило, составляет 0,5–1,0 мкм, а также погрешность измерения деталей на послеоперационных устройствах измерения и температурная погрешность. Последняя обусловлена тем, что обработанные детали имеют температуру, отличную от той, при которой определяют (или задают) их действительные размеры после остывания или настраивают послеоперационное устройство измерения. Эти погрешности приводят к неправильной установке уровня настройки системы «устройство измерения-станок-приспособление-инструмент-деталь», к смещению действительных размеров обработанных деталей в заданном поле допуска.

На рис. 1 приведен экспериментальный график, характеризующий зависимость температурной деформации кольца Δ_{t_0} диаметром 55 мм при шлифовании внутреннего отверстия диаметром 40 мм от времени обработки. Условия обработки: скорость резания $V_{рез} = 60$ м/с, цикл шлифования – врезание с подачей $S = 10,0$ мкм/с, частота вращения $n = 530$ мин⁻¹, припуск $a = 0,6$ мм, время шлифования 7 с (врезания – 2,8 с, время установившегося съема – 3 с, время выхаживания – 1,2 с).

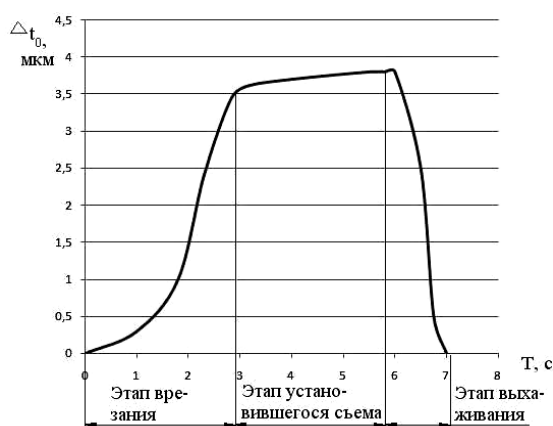


Рис. 1. Зависимость температурной деформации (Δ_{t_0}) от времени цикла шлифования

Первоначально устройство активного контроля и станок настраивают по специальной аттестованной детали. Температурную деформацию контролировали на необрабатываемой наружной поверхности одновременно с обработкой внутренней поверхности. В процессе шлифования кольцо нагревается и меняется его наружный диаметр. По результатам измерения отклонения наружного диаметра автоматически вводится коррекция уровня настройки команды устройства контроля. Соотношение между значениями правки и температурной деформации наружного диаметра определяется экспериментально перед началом обработки.

Как видно из рис. 1, на этапе врезания с некоторым запаздыванием температурные деформации увеличиваются. На этапе установившегося съема температурные деформации из-за инерционности тепловых процессов некоторое время продолжают расти и затем стабилизируются. На этапе выхаживания температурные деформации с некоторым запаздыванием уменьшаются.

Средняя квадратичная погрешность Δ_{t_0} зависит от нестабильности съема припуска с детали, подачи и величины припуска. Эту зависимость можно представить как:

$$\Delta_{it} = \sqrt{\Delta_{V_{t_0}}^2 + \Delta_{\delta_{t_0}}^2}, \quad (3)$$

где $\Delta_{V_{t_0}}$ – средняя квадратическая погрешность, обусловленная температурной деформацией детали и зависящая от скорости съема припуска с детали и подачи;

$\Delta_{\delta_{t_0}}$ – средняя квадратическая погрешность, обусловленная температурной деформацией детали, зависящая от величины припуска, режущей способности круга (определяется экспериментально).

Представляет интерес этап врезания, так как в это время в основном формируются температурные деформации. На рис. 2 приведен экспериментальный график, характеризующий влияние подачи S на скорость съема припуска v , на температурные деформации Δt_{10} кольца при шлифовании внутреннего отверстия диаметром 40 мм на этапе врезания. Условия обработки: скорости съема припуска $v = 1,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0$ мкм/с.

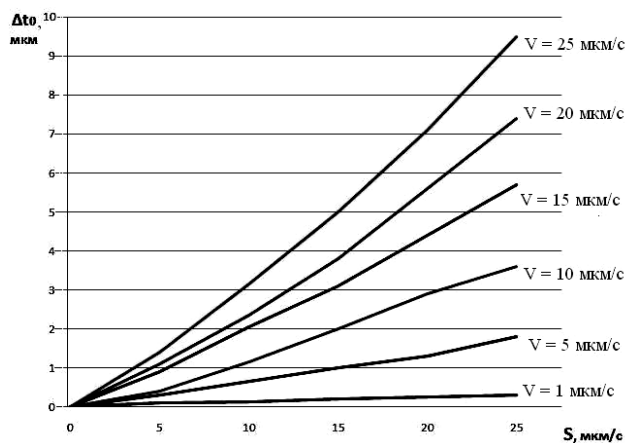


Рис. 2. Влияние скорости съема припуска (V) и подачи (S) на этапе врезания на температурную деформацию детали

Как видно из графика, на этапе врезания с увеличением скорости съема припуска и подачи температурные деформации возрастают. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе режима обработки деталей.

В условиях массового производства на финишную шлифовальную операцию детали поступают непосредственно с предварительных токарной и шлифовальной операций. Обработка на этих операциях ведется с интенсивными режимами и соответственно с большим теплообразованием. Детали не успевают пройти процесс температурной стабилизации. Возникшие температурные деформации увеличивают погрешность обработки при окончательном шлифовании. Особенно это сказывается при обработке крупногабаритных деталей [4]. Поэтому целесообразно стабилизировать температуру заготовок для обеспечения высокой точности обрабатываемых деталей.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показывают влияние технологических факторов на температурную деформацию деталей, что, в конечном счете, приводит к погрешности обработки и необходимость учитывать это явление при выборе режимов резания на шлифовальных станках. Предлагаемая методика позволяет оценить влияние температурных погрешностей на точность обработки деталей машин при врезном шлифовании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев С. А. Контрольно-измерительные приборы и инструменты / С. А. Зайцев, О. Д. Грибанов, Р. В. Меркулов. – М. : Академия, 2002. – 464 с.
2. Повышение производительности и точности контроля деталей / В. Т. Саункин, С. Г. Онищук, С. Л. Миранцов, В. И. Тулупов // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – № 1 (11). – С. 162–165.
3. Саункін В. Т. Дослідження похибки обробки при використанні засобів активного контролю / В. Т. Саункін, С. Г. Онищук // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – Тернопіль : ТДТУ, 2010. – № 4 (15). – С. 85–89.
4. Типовые технологические процессы в тяжелом машиностроении : монография / С. В. Ковалевский, В. Т. Саункин, С. Г. Онищук и [др.]. – Краматорськ : ДГМА, 2009. – 124 с.

Статья поступила в редакцию 31.10.2011 г.