

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(национальный исследовательский университет)»

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ
ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ
ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ**

Электронное методическое пособие

САМАРА
2010

Составители: КРАШЕНИННИКОВ Константин Петрович
ГАЛУЗИНА Татьяна Викторовна

Методические указания содержат краткое изложение теории жесткости технологической системы, влияния жесткости на погрешность формы обрабатываемой заготовки. Приводится методика экспериментального исследования влияния жесткости технологической системы на точность формы заготовки при фрезеровании.

Указания предназначены для студентов, обучающихся по учебному плану целевой интенсивной подготовки по курсу «Технология производства двигателей летательных аппаратов» и магистерской программы «Энергетика, экология и двигательные установки ракетных и космических систем» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов».

**© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010**

СОДЕРЖАНИЕ

Особенности торцевого фрезерования.....	4
Погрешности, связанные с методом торцевого фрезерования.....	5
Погрешности формы при торцевом фрезеровании.....	5
Содержание работы.....	8
Порядок выполнения работы.....	10
Список использованных источников.....	12
Приложение.....	13

Цель работы: исследование точности формы при торцевом фрезеровании плоской поверхности.

ОСОБЕННОСТИ ТОРЦЕВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Торцевое фрезерование весьма производительный метод обработки, значительно превосходящий в этом отношении фрезерование цилиндрическими фрезами. Метод обладает большими технологическими возможностями и широко используется в производстве.

- Для торцевого фрезерования плоскостей чаще используется насадные многозубные фрезы. В этом случае высокая производительность метода обеспечивается:
- большой жесткостью крепления инструмента;
- одновременным участием в работе нескольких зубьев (ножей) фрезы;
- простотой оснащения ножей высокоэффективным режущим материалом;
- значительными диаметральными размерами инструментов.

Применяя фрезы с большим числом тщательно установленных ножей, при небольших подачах на зуб, можно легко сочетать высокую производительность обработки с малой шероховатостью обработанной поверхности.

Обработка с использованием насадных фрез осуществляется по следующим схемам (рис. 1):

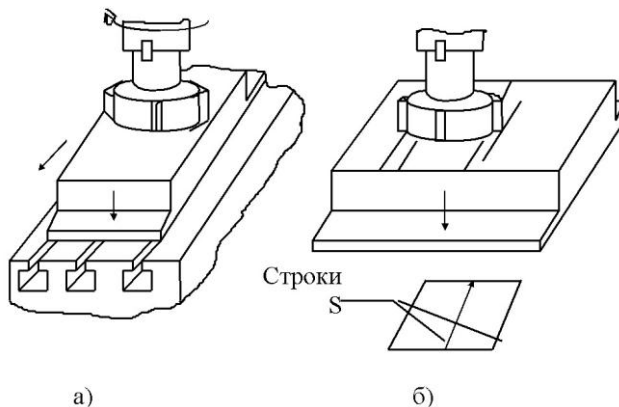


Рис.1. Схемы торцевого фрезерования.

В одном случае фреза полностью перекрывает обрабатываемую поверхность (см. рис.1а). Эту схему называют симметричным неполным торцевым фрезерованием. В другом случае, когда ширина обрабатываемой поверхности больше диаметра фрезы, обработку ведут строками с небольшим их перекрытием (см. рис.1б).

ПОГРЕШНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С МЕТОДОМ ТОРЦЕВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

При торцевом фрезеровании плоскостей необходимо обеспечить характеристики точности - точность формы обработанной поверхности, точность её расположения относительно выбранных баз.

В данной лабораторной работе рассматривается только первая часть этих задач применительно к схеме обработки, показанной на рис.1а.

ПОГРЕШНОСТИ ФОРМЫ ПРИ ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

При фрезеровании торцевыми насадными фрезами характерной погрешностью формы является неплоскостность, проявляющаяся как вогнутость образующей фрезерованной поверхности. Она обнаруживается в поперечном сечении заготовки, перпендикулярном направлению подачи стола.

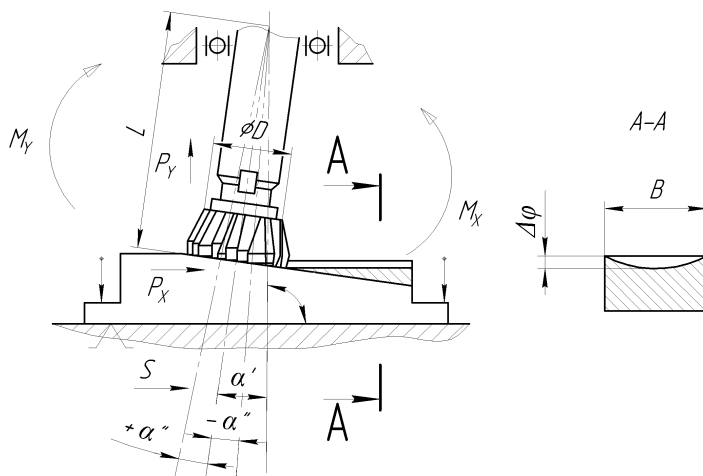


Рис. 2. Схема образования отклонения формы

Нарушение перпендикулярности оси шпинделя к направлению продольной подачи, в свою очередь, может быть вызвано двумя причинами:

- геометрической неточностью станка (угол α' на рис.2);
- деформацией (отжатием) шпинделя станка под действием сил резания.

Отжатие шпинделя в процессе фрезерования возникает главным образом из-за податливости опор. Величина и направление этой деформации зависит от зазоров в подшипниках и соотношения моментов (см. рис. 2).

$$M_x = P_x \cdot L \text{ и } M_y = P_y \cdot \frac{D}{2}$$

где P_x и P_y - радиальная и осевая составляющие силы резания соответственно;

L - вылет шпинделя с фрезой;

D - диаметр, измеренный по вершинам резцов фрезы.

Как видно из рис. 2, эти моменты противоположны по направлению, поэтому возможно три случая:

при $M_y > M_x$ - шпиндель отжимает в направлении по часовой стрелке на угол $+\alpha''$;

при $M_y < M_x$ - шпиндель отжимается против часовой стрелки на угол $-\alpha''$;

при $M_y = M_x$ - сохраняется исходное положение шпинделя.

Следует отметить, что при постоянной жёсткости узла шпинделя, колебания угла α при обработке партии заготовок зависит от колебания сил резания в связи с изменением величины припуска, твёрдости обрабатываемого материала, состояния инструмента. Вообще же узлы шпинделей фрезерных станков имеют большую жёсткость, поэтому величина α обычно незначительна.

Т.о., какой бы причиной не вызывалось отклонение оси шпинделя от нормали к столу, результат этого отклонения вполне характеризуется углом α между нормальным и действительным положением этой оси. Действительный угол α , как следует из изложенного, определяется алгебраическим суммированием углов α' и α'' :

$$\alpha = \alpha' + \alpha''$$

При обработке партии заготовок отклонение формы $\Delta\phi$, связанное с углом α' , будет систематической постоянной составляющей, а влияние угла α'' проявится, главным образом, в рассеянии ω_ϕ параметра $\Delta\phi$:

$$\omega_\phi = \Delta\phi_{\max} + \Delta\phi_{\min}, \text{ мин} \quad (1)$$

где $\Delta\phi_{\max}$ и $\Delta\phi_{\min}$ - наибольшая и наименьшая величина отклонения формы в пределах партии.

При наличии угла α между нормальным и действительным положением оси шпинделя для схемы симметричного фрезерования отклонение формы может быть рассчитано по формуле:

$$\omega_\phi = 0,5 \cdot \sin \alpha \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{B}{D} \right)^2} \right] \cdot D, \quad (2)$$

где D - диаметр, измеренный по вершинам зубьев фрезы;

B - ширина заготовки.

О появлении вогнутости на обработанной поверхности можно судить по наличию в ней характерных рисок шероховатости, обнаруживаемых визуально (рис.3). При наличии вогнутости риски шероховатости имеют вид одинаково ориентированных дуг. Расположение рисок указывает, в какую сторону от номинального положения отклонена ось шпинделя: если вершины дуг направлены влево, то ось шпинделя отклонена вправо (против часовой стрелки) и наоборот (см. рис.3а,б). Когда положение шпинделя соответствует номинальному, на обработанной поверхности более или менее просматриваются риски обоих направлений (см. рис.3в).

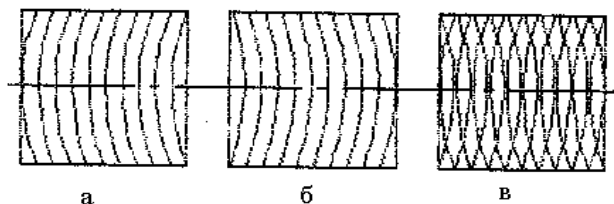


Рис.3. Следы обработки на фрезерной поверхности

Измерение отклонения формы осуществляет простейшими индикаторными или микрометрическими глубиномерами (рис. 4), которые предварительно настраивают (с отметкой начального положения) по плоскому гладкому эталону.

Можно использовать и способ измерения с помощью лекальной линейки которая устанавливается на образец, а погрешность $\Delta\phi$ выявляется визуально «на просвет» и измеряется шупом.

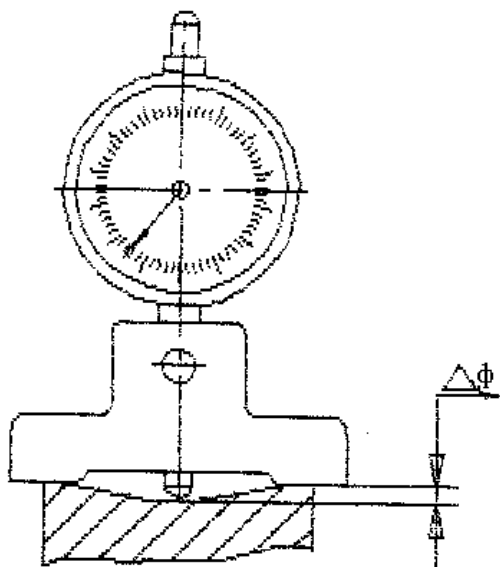


Рис.4. Измерение величины $\Delta\phi$

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Характер работы ставит студента – исполнителя в условия, приближенные к производственным, т.к. требует от него выяснить причины появления отклонения $\Delta\phi$, найти и реализовать пути его устранения.

Работа состоит из двух частей.

1. До начала работы искусственно создается неправильность во взаимном расположении шпинделя станка и стола. Это достигается поворотом фрезерной головки вертикально – фрезерного станка в любую сторону от нормального положения на угол $1...3^\circ$. Операцию выполняет лаборант. Обработываемой заготовкой служит брусок из дюралюминия Д16 с габаритами $75 \times 50 \times 30$, на которой фрезеруется плоскость 75×30 мм (рис.5)

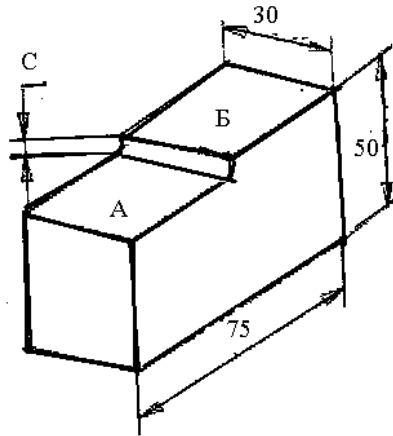


Рис.5 Образец

Подлежащая обработке поверхность выполнена ступенчатой (высота ступени $C=2\pm 0.2$ мм). Этим имитируется возможное колебание припуска у партии заготовок. Заготовка устанавливается на нижнюю плоскость станка и закрепляется в тисках станка.

В процессе первичного фрезерования с поверхности А снимается припуск около 0.5 мм. Для этого глубина резания устанавливается по касанию фрезы с плоскостью Б образца с учетом фактической величины степени С.

2. По окончании обработки и после выключения станка глубиномером измеряют действительную величину $\Delta\phi$ в зонах А и Б и определяют рассеяние

$$\omega = \Delta_{\phi A} - \Delta_{\phi B}$$

Затем, подставляя в формулу (2) найденную величину $\Delta\phi_A$, вычисляют $\sin \alpha$ и определяют угол α (с помощью табл.1) отклонения оси шпинделя от номинала. По направлению рисок шероховатости устанавливают направление поворота фрезерной головки в нормальное положение.

3. После установки шпинделя в расчетное положение, производят контрольное фрезерование поверхности. При этом глубина резания ограничивается 0.2-0.3 мм.

В случае, если повторная обработка не обеспечит достижения заданного допуска, производят дополнительную коррекцию положения оси шпинделя, ориентируясь только по рискам шероховатости.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить инструкцию к лабораторным работам. Особое внимание обратить на соблюдение техники безопасности при работе на фрезерных станках. Получить от преподавателя разрешение начать работу.
2. Установить и надежно закрепить образец в тисках. Ориентируясь визуально, расположить ось фрезы в плоскость симметрии образца. Произвести первичную обработку заготовки - образца на глубину 0.5 ± 0.1 мм (для поверхности А см. рис. 5). Выключить станок. Работы по п.2 выполняются лаборантом.
3. Настроить глубиномер и измерить неплоскостность обработанной поверхности в зонах А и Б - $\Delta_{\phi А}$ и $\Delta_{\phi Б}$ и рассчитать величину рассеивания ω_{ϕ}
4. Рассчитать, зная $\Delta_{\phi А}$, с помощью формулы (2) величину $\sin \alpha$ и определить угол α коррекции положения шпинделя. По картине рисунок шероховатости установить направление поворота фрезерной головки. Произвести установку головки в расчетное положение.
5. Повторно обработать образец с глубиной резания 0.2-0.3 мм. С помощью прибора и визуально по рискам шероховатости и ее соответствие допуску.
6. В случае несоответствия действительного отклонения формы допустимому, повторить коррекцию положения шпинделя, ориентируясь при этом только на расположения рисунок шероховатости.
7. По достижении допустимой величины неплоскостности предъявить результаты работы преподавателю.

8. Сопоставить расчетную величину $\alpha_{расч}$ с фактическим значением $\alpha_{факт}$, измеренным по окончании корректирования положения головки, сделать вывод о пригодности формулы (2) для определения угла коррекции. В случае расхождения $\alpha_{расч}$ и $\alpha_{факт}$ более, чем на 20%, объяснить причину этого. Сделать выводы из выполненной работы.
9. Оформить отчет по выполненной работе.
10. Предъявить отчет преподавателю.

ОТЧЕТ должен содержать

1. схему обработки, краткие характеристики станка, инструмента и режимов резания;
2. схему расположения рисок после первичного фрезерования и результат измерения $\Delta\phi_A$, $\Delta\phi_B$ и расчет ω_ϕ
3. расчет величины угла коррекции $\alpha_{расч}$ и рисунок рисок шероховатости с указанием направления коррекции
4. величину $\Delta\phi$ после коррекции и ее сопоставления с допуском $T=0.03$ мм;
5. результат измерения фактического угла $\alpha_{факт}$ и его сопоставления с $\alpha_{расч}$;
6. выводы, в которых дается заключение о применимости формулы (2) для расчета коррекции положения шпинделя, объясняются причину несовпадения углов $\alpha_{расч}$ и $\alpha_{факт}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

В.П. Фираго. Основы проектирования технологических процессов приспособлений. Методы обработки поверхностей. М.: Машиностроение, 1973, 468 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 - Значения синусов в интервале 0°-2°

Угол	Разности														
	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	1	2	3	4	5
0	0,0000	0017	0035	0056	0070	0087	0105	0122	0014	0157					
1	0,0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332					
2	0,0344										3	6	9	12	15

