

Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

Лабораторная работа №3

Влияние жесткости токарного станка на точность обработки

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Получение навыков *определения жесткости токарно-винторезного станка производственным методом*

В технологии машиностроения **жесткостью системы J** или её элемента принято называть отношение составляющей силы резания P_y к величине деформации системы (элемента) ΔJ , отсчитываемой в том же направлении:

$$J = P_y / \Delta J, \text{ Н/м} \quad (1)$$

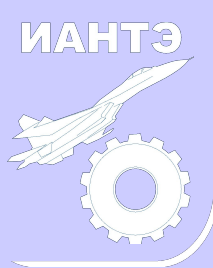
Величина упругой деформации системы СПИД ($\Delta J_{\text{спид}}$) является функцией величин деформаций станка ($\Delta J_{\text{ст}}$), приспособлений ($\Delta J_{\text{пр}}$), детали ($\Delta J_{\text{дет}}$) и режущего инструмента ($\Delta J_{\text{ин}}$), а именно:

$$\Delta J_{\text{спид}} = \Delta J_{\text{ст}} + \Delta J_{\text{пр}} + \Delta J_{\text{дет}} + \Delta J_{\text{ин}}$$

Отсюда с учетом выражения (1) получим уравнение жесткости системы:

$$1 / \Delta J_{\text{спид}} = 1 / \Delta J_{\text{ст}} + 1 / \Delta J_{\text{пр}} + 1 / \Delta J_{\text{дет}} + 1 / \Delta J_{\text{ин}}$$

Станок является элементом системы СПИД. Его жесткость есть функция жесткости передней и задней бабок, а также жесткости суппорта. Жесткость станка можно определить как расчетным, так и экспериментальным путем.



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

Экспериментальные методы определения жесткости станка **Статический метод**

Сущность статического метода определения жесткости металлорежущего станка заключается в следующем: элементы станка: суппорт, передняя и задняя бабки последовательно нагружают с помощью специальных приспособлений и динамометров, имитируя действие сил резания P_x , P_y , P_z .

Одновременно измеряют деформации элементов станка в направлении, перпендикулярном к обрабатываемой поверхности.

Преимущества статического метода:

- а) определение жесткости можно производить в процессе изготовления станка;
- б) можно определить жесткость каждого элемента станка и выявить, который из них является наиболее слабым.

Недостатки статического метода:

- а) для правильного его использования необходимы специальные приспособления, а отсюда сложность и длительность испытаний;
- б) необходимо знать соотношения усилий P_x , P_y , P_z для интересующих нас условий обработки;
- в) неточность характеристик жесткости станка, так как при определении жесткости статическим путем не учитываются некоторые обстоятельства, возникающие только в процессе работы станка (например, вибрации).



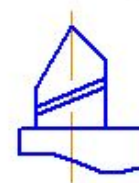
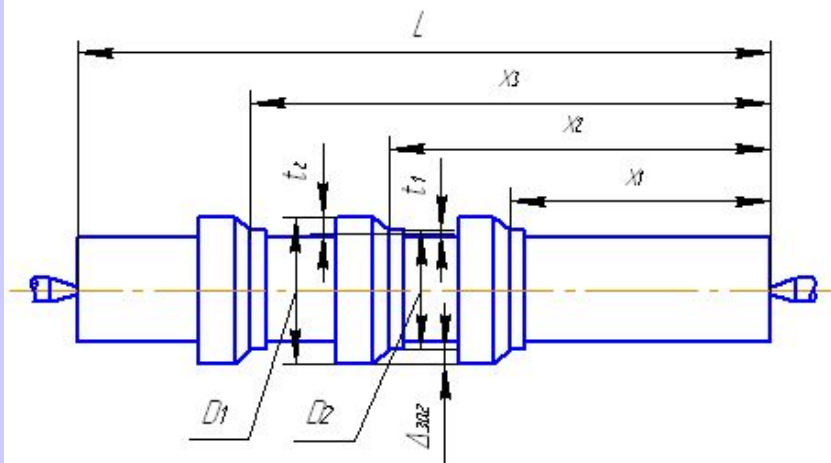
Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

Производственный метод

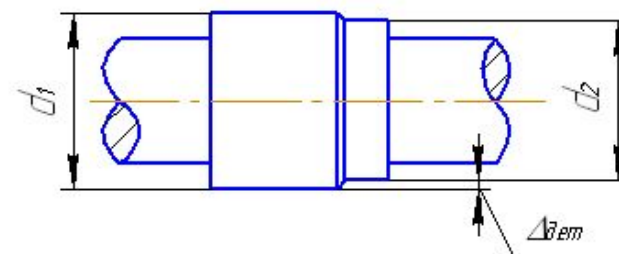
Производственный метод определения жесткости металлорежущих станков основан на обработке заготовки с неравномерным припуском (переменной глубиной резания). Неравномерный припуск при обработке может быть получен за счет ступенчатости заготовки или эксцентричного расположения обрабатываемой поверхности к оси шпинделя.

В данной работе жесткость станка определяется **путем ступенчатого резания**. Для проведения эксперимента используется заготовка, имеющая высокую жесткость. На ней изготовлены три цилиндрических участка, каждый из которых имеет две ступени. При обработке каждого диска глубина резания изменяется от t_1 до t_2 . Остальные условия обработки (подача, число оборотов шпинделя) не изменяются.

До обтачивания (заготовка)

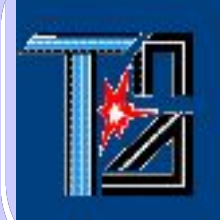


После обтачивания (деталь)





Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

Отношение называют $\frac{\Delta_{заг}}{\Delta_{дет}} = \varepsilon$ **уточнением**. Оно показывает во сколько раз в

результате обработки уменьшалась неточность заготовки. Очевидно, при неизменных геометрии инструмента, режиме резания и материале детали значение уточнения полностью характеризует жесткость станка: чем больше ε , тем выше жесткость станка.

Зная уточнение ε , можно определить величину жесткости станка путем расчета по формуле

$$J_{ст} = 9810 \cdot \lambda \cdot C_p \cdot S^q \cdot \varepsilon, \quad \frac{H}{M} = 0,4 \quad \lambda = \frac{P_y}{P_z}$$

где:

– коэффициент, зависящий от геометрии инструмента, состояния режущей кромки, механических свойств обрабатываемого материала. В свою очередь

$$P_y = 9,81 \cdot \lambda \cdot C_p \cdot S^q \cdot t$$

S – подача, мм/об;

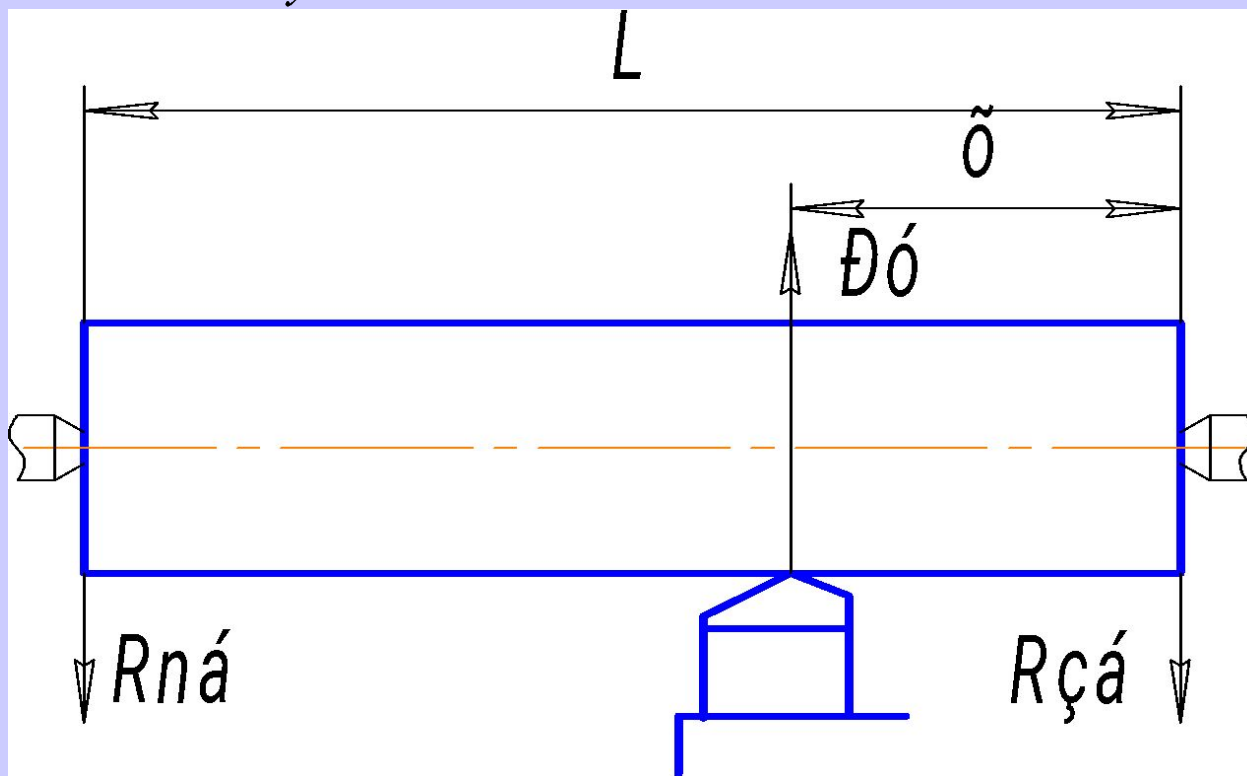
t – глубина резания, мм;

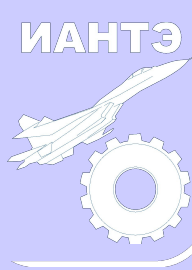
C_p – коэффициент, зависящий от материала обрабатываемой детали и геометрии резца.

q – коэффициент, равный 0,75

Уравнение силовых деформаций станка

$$\Delta J_{cm} = \frac{P_y}{J_{cyn}} + \left(\frac{X}{L} \right)^2 \cdot \frac{P_y}{J_{нб}} + \left(1 - \frac{X}{L} \right)^2 \cdot \frac{P_y}{J_{зб}}$$





Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки



Жесткость задней бабки

$$J_{зб} = \frac{(b_1 - b_2) \cdot (a_2 - a_3) - (b_3 - b_2) \cdot (a_2 - a_1)}{\left(\frac{1}{J_{см}(x_2)} - \frac{1}{J_{см}(x_3)} \right) \cdot (a_2 - a_1) - \left(\frac{1}{J_{см}(x_2)} - \frac{1}{J_{см}(x_1)} \right) \cdot (a_2 - a_3)}$$

Жесткость передней бабки

$$J_{нб} = \frac{(a_2 - a_3)}{\left(\frac{1}{J_{см}(x_2)} - \frac{1}{J_{см}(x_3)} \right) + \left(\frac{b_3 - b_2}{J_{зб}} \right)}$$

Жесткость суппорта

$$J_{суп} = \frac{1}{\frac{1}{J_{см}(x_1)} - \frac{a_1}{J_{нб}} - \frac{b_1}{J_{зб}}}$$

где

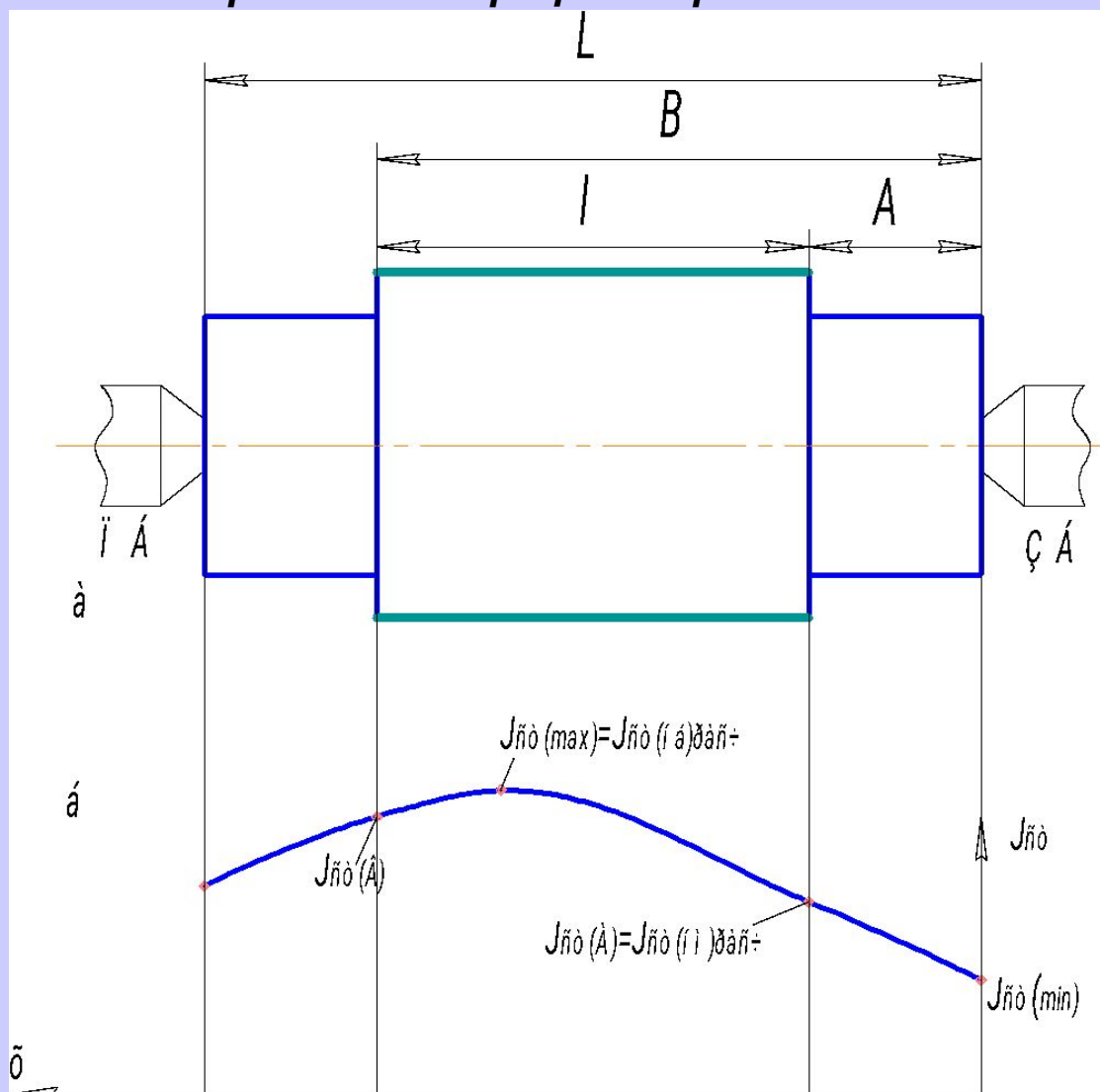
$$a_i = \left(\frac{x_i}{L} \right)^2$$

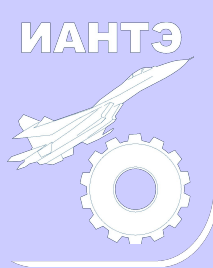
$$b_i = \left(1 - \frac{x_i}{L} \right)^2$$

Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

К определению погрешности профиля продольного сечения вала





Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки



ЗАДАЧИ РАБОТЫ.

1. Определить производственным методом жесткость токарного станка и записать ее уравнение его жесткости.
2. Определить расчетом погрешности обработки наружной цилиндрической поверхности детали из-за упругих деформаций элементов технологической системы.
(см. технологическую карту операции 065 в приложении II).

ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- I. Определить экспериментально жесткость узлов станка; записать уравнение жесткости исследуемого станка и по нему построить график . Определить координаты точек, соответствующих максимальной и минимальной значениям жесткости станка.
- II. Определить расчетом влияние жесткости станка на точность формы и размеров наружной цилиндрической поверхности, обрабатываемой в условиях, заданных в Приложении II ; сделать выводы и, при необходимости, дать рекомендации по повышению точности обработки.
- III. Ответить на контрольные вопросы.
- IV. Оформить отчет по работе.