

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю
Проректор-директор ИК
_____ М.А. Сонькин
« ____ » _____ 2011 г.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ СПОСОБОМ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТОЧНОСТЬ
ОБРАБОТКИ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине
«Основы технологии машиностроения» для студентов, обучающихся по
направлению 150700 «Машиностроение».

Томск 2011

УДК 621.9

Определение жесткости токарно-винторезного станка производственным способом и ее влияние на точность обработки. Метод. указ. к выполнению лаб. работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов, обуч. по направлению 150700 «Машиностроение».- Томск: Изд. ТПУ, 2011.- 9 с.

Составитель	доц., канд.техн.наук	В.Ф. Скворцов
	доц., канд.техн.наук	А.Ю. Арляпов
Рецензент	доц., канд.техн.наук	Е.П. Михаевич

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры «Технология автоматизированного машиностроительного производства» 12 апреля 2011 г.

Зав. кафедрой
доц., канд. техн. наук

А.Ю. Арляпов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с методом определения жесткости токарного станка в производственных условиях.
2. Определить поле рассеивания размеров при условной обработке партии заготовок с припуском от 0,5 до 2,5 мм.
3. Определить, можно ли на данном станке выдержать размеры с точностью 0,05 мм при однопроходной обработке на настроенном станке.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Токарно-винторезный станок 1К62.
2. Резец правый проходной с размерами 16x25x200 мм, оснащенный пластинкой Т15К6. Геометрические параметры резца: $\alpha = 10^\circ$; $\gamma = 0^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi' = 10^\circ$; $r = 1$ мм.
3. Поводковая планшайба, хомутик, передний и задний центры, ключи для хомутика, патрона и резцедержателя, крючок для стружки, защитные очки.
4. Микрометры гладкие МК 50-75 и МК 75-100, штангенциркуль ШЦ-П.
5. Заготовка – зацентрированный вал с диаметром 80-100 мм, длиной 400 мм.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Способность станка оказывать сопротивление действию сил резания, стремящихся его деформировать, характеризует его жесткость, т.е. отношение радиальной составляющей силы резания к смещению лезвия инструмента относительно детали в направлении действия силы.

Жесткость определяется по формуле:

$$j = P_y / y, \quad (1)$$

где P_y – радиальная составляющая силы резания, кгс или Н; y – перемещение точки приложения силы или смещение лезвия инструмента относительно обрабатываемой поверхности, мм или мкм.

Для упрощения технологических расчетов часто пользуются понятием податливости. Податливость – это величина обратная жесткости:

$$W = 1 / j, \text{ мм/кгс или мкм/Н.} \quad (2)$$

Жесткость станков зависит от деформации отдельных деталей, контактных деформаций стыковых поверхностей, а также деформаций соединительных деталей (болты, клинья и т.п.).

Расчет жесткости или податливости можно произвести используя формулы теории упругости, сопротивления материалов и контактной жесткости. Однако эти расчеты чрезвычайно сложны.

Наибольшее распространение получили следующие методы определения жесткости токарных станков:

- нагружение станков в статическом состоянии с последующим измерением величины отжатий;
- обработкой резанием специальных образцов с определением величины упругих отжатий по изменению размеров детали, а величины силы – путем расчета по усредненным формулам теории резания.

Последний метод называют производственным. Его сущность заключается в следующем. На токарном станке жестким резцом обрабатывается весьма жесткая заготовка. В этом случае жесткость технологической системы сводится к жесткости станка. На заготовке обрабатываются три коротких ступенчатых участка. При обточке каждого участка снимается слой с глубиной резания t_1 и t_2 (Рис.1). Остальные условия обработки (подача, скорость резания и режущий инструмент) остаются неизменными. В процессе обточки ступенчатой заготовки изменяются радиальные составляющие сил резания (соответственно изменению глубины резания), что приводит к появлению на обработанной поверхности уступа.

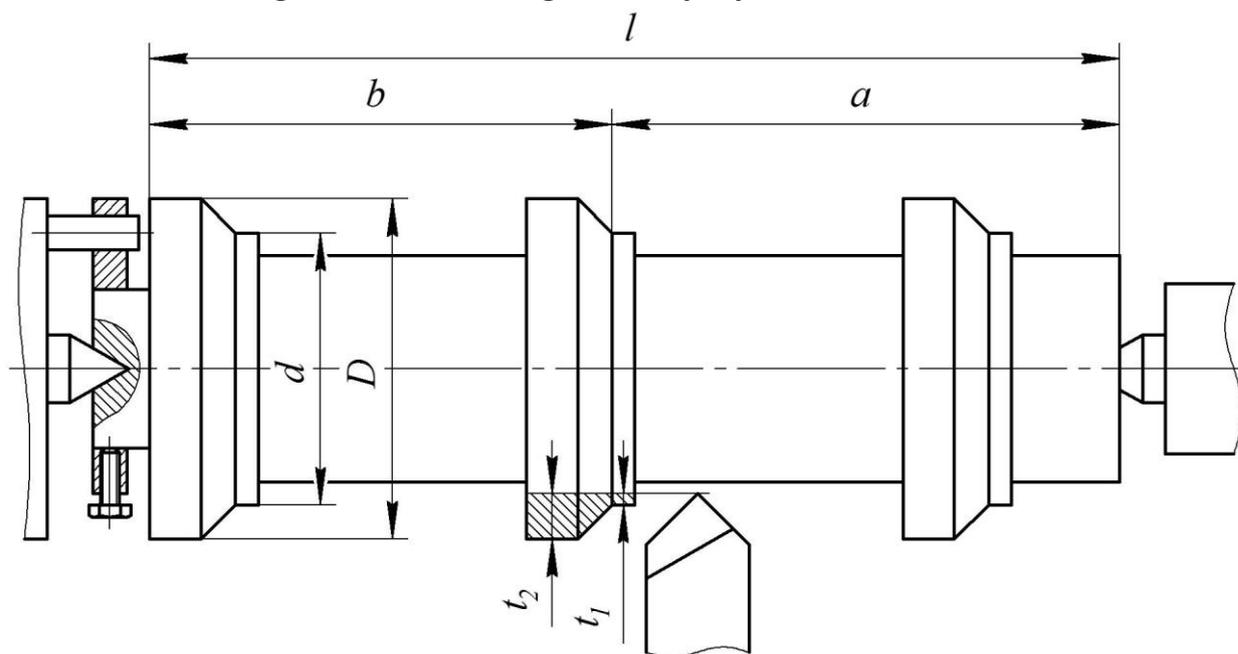


Рис.1. Заготовка и ее установка на станке.

Рассмотрим общую схему нагрузки и упругих перемещений узлов токарного станка при обработке вала в центрах (рис.2).

Из приведенной схемы видно, что при изменении координаты зоны резания, т.е. при перемещении точки приложения нагрузки по длине обрабатываемой детали, изменяется величина суммарного перемещения узлов станка, а следовательно, и величина суммарной податливости и жесткости станка.

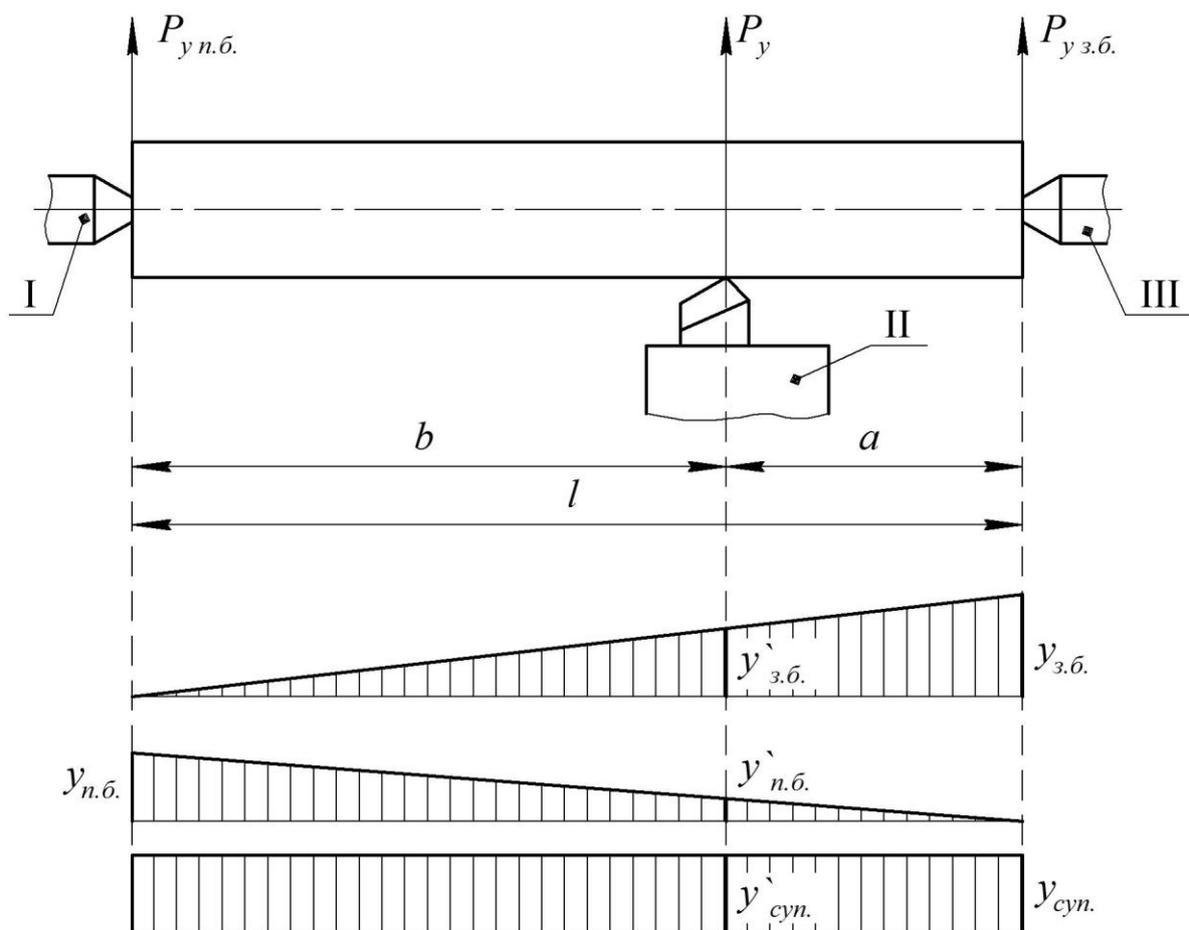


Рис.2. Схема нагрузки и упругих перемещений узлов токарного станка при обработке вала в центрах: I – передняя бабка, II – суппорт, III – задняя бабка; $P_{y н.б.}$, $P_{y з.б.}$ – силы, возникающие в передней и задней бабках от радиальной составляющей силы резания P_y .

Перемещения (суммарное отжатие) узлов станка в данном сечении равно:

$$y_{ст} = y_{суп.} + y_{з.б.} + y_{н.б.}, \quad (3)$$

где $y'_{з.б.} = y_{з.б.} \cdot (b/l)$, $y'_{н.б.} = y_{н.б.} \cdot (a/l)$; $y_{з.б.} = P_{y_{з.б.}} \cdot W_{з.б.}$, $y_{н.б.} = P_{y_{н.б.}} \cdot W_{н.б.}$,
 $y_{сун.} = P_y \cdot W_{сун.}$; $P_{y_{з.б.}} = P_y \cdot (b/l)$, $P_{y_{н.б.}} = P_y \cdot (a/l)$.

Подставив полученные значения в формулу (3), получим

$$y_{см} = P_y \cdot W_{сун.} + P_y \cdot W_{з.б.} \cdot (b/l)^2 + P_y \cdot W_{н.б.} \cdot (a/l)^2.$$

Подставив вместо $y_{см}$ его значение $y_{см} = P_y \cdot W_{см}$, получим выражения для определения податливости и жесткости станка в зависимости от координаты обработки:

$$\begin{aligned} W_{см} &= W_{сун.} + W_{з.б.} \cdot (b/l)^2 + W_{н.б.} \cdot (a/l)^2, \\ 1/j_{см} &= 1/j_{сун.} + (1/j_{з.б.}) \cdot (b/l)^2 + (1/j_{н.б.}) \cdot (a/l)^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Определив жесткость станка при трех положениях суппорта и решив систему трех уравнений, можно рассчитать порознь жесткости узлов станка (передней бабки, суппорта и задней бабки).

Нормальная составляющая силы резания P_y может быть выражена через тангенциальную составляющую P_z по формуле:

$$P_y = K_y \cdot P_z, \quad (5)$$

где K_y - коэффициент, характеризующий отношение P_y / P_z и зависящий от геометрии резца, состояния режущей кромки и механических свойств обрабатываемого материала.

Определяя P_z по формуле Челюсткина, получаем

$$P_z = C_p \cdot t \cdot S^{0,75}, \quad (6)$$

где C_p - коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала и угла резания (для рассматриваемых условий принимаем $C_p = 360$). Тогда

$$P_y = K_y \cdot C_p \cdot t \cdot S^{0,75}, \quad (7)$$

где t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об; коэффициент $K_y = 0,4$.

Очевидно, чем больше перепад диаметров заготовки, т.е. между глубинами резания ($t_2 - t_1$), тем больше разность соответствующих им радиальных составляющих силы резания ($P_{y2} - P_{y1}$). В свою очередь, чем больше эта разность, тем больше уступ Δt , получаемый после проточки заготовки с глубинами резания t_1 и t_2 . Обозначим эту разность глубин резания заготовки - $\Delta_{заг}$, т.е.

$$\Delta_{заг} = t_2 - t_1.$$

Отношение $\varepsilon = \Delta_{заг} / \Delta t$, показывающее, во сколько раз в результате обработки уменьшилась «неточность» заготовки принято называть «уточнением». Определив величину ε для всех трех положений (у передней бабки, задней бабки и в промежуточном положении), можно определить жесткость станка для каждого из трех положений:

$$j_{cm}^I = K_y \cdot C_p \cdot S^{0,75} \cdot \varepsilon_1; \quad (8)$$

$$j_{cm}^{II} = K_y \cdot C_p \cdot S^{0,75} \cdot \varepsilon_2; \quad (9)$$

$$j_{cm}^{III} = K_y \cdot C_p \cdot S^{0,75} \cdot \varepsilon_3. \quad (10)$$

Однако для технолога определение жесткости станка в целом или отдельных его узлов не является самоцелью. Его прежде всего интересует, как отразится нестабильность упругих деформаций технологической системы на точность обработки.

Предположим, что мы имеем партию заготовок с различной величиной припуска на обработку. Допустим, что наименьший припуск в данной партии равен t_1 , а наибольший припуск – t_2 . Разность между ними равна половине допуска заготовки на диаметр. Тогда высота ступени на обработанной поверхности лабораторного образца Δt будет соответствовать величине поля рассеивания размеров, возникающих из-за неравномерности деформаций в технологической системе при обработке партии заготовок с переменным припуском (либо неодинаковой твердостью).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Настроить станок на следующие режимы обработки: $V_{рез} = 80 - 100$ м/мин; $S = 0,15 \dots 0,21$ мм/об.
2. Используя формулу (7) подсчитать величину радиальной составляющей силы резания при обработке с глубиной резания $t_1 = 0,5$ и $t_2 = 2,5$ мм.
3. Установить заготовку в центра, произвести измерения диаметров для всех трех ступеней, а также размеров a и b для каждой ступени (см. Рис.1).
4. Проточить все три ступенчатых буртика, выдержав заданную глубину резания t_1 и t_2 , равные соответственно 0,5 и 2,5 мм.
5. Определить величину трех получившихся уступов с точностью до 0,01 мм. Измерения произвести микрометром (Рис.3).
6. Определить жесткость станка для всех трех положений.
7. Составить отчет и дать ответы на вопросы, поставленные в разделе «Цель работы».

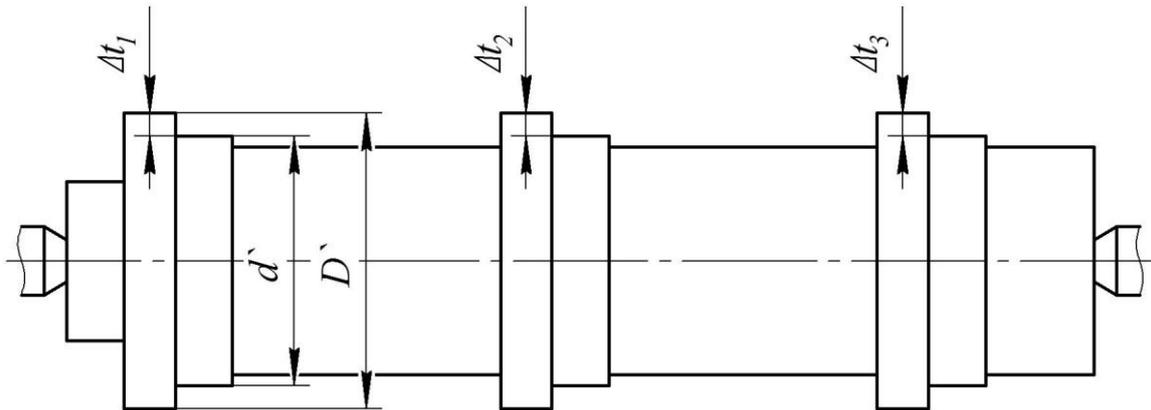


Рис.3. Размеры образца после проточки.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должно быть приведено:

1. Название и цель работы.
2. Схема действия сил и упругих перемещений узлов станка и эскиз заготовки.
3. Краткая характеристика станка, материал заготовки, геометрия резца, режимы резания.
4. Характеристика измерительного инструмента.
5. Результаты измерений и расчетов сил.
6. Расчет жесткости станка для 3-х положений.
7. Выводы о точности обработки партии заготовок на данном станке.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

1. Перед началом работы необходимо:
 - а) привести в порядок одежду, спрятать волосы;
 - б) осмотреть и привести в порядок рабочее место;
 - в) проверить исправность станка (вращение шпинделя, перемещение суппорта, исправность механизмов переключения подач и скоростей);
 - г) установить и надежно закрепить на станке режущий инструмент, передний и задний центры, заднюю бабку, пиноль, заготовку и хомутик на ней;
 - д) проверить надежность закрепления заготовки в центрах.

2. Не приступайте к работе при неисправном станке или неисправном инструменте.

3. Во время работы:

а) не допускайте большого скопления стружки на станке, а также наматывания стружки на обрабатываемую деталь и резец;

б) удаляйте стружку только специальным крючком;

в) пользуйтесь защитными очками;

г) не толпитесь у работающего станка.

4. Обязательно останавливайте станок:

а) для измерения детали;

б) для проверки крепления заготовки;

в) для удаления стружки;

г) для смены режущего инструмента.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ СПОСОБОМ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТОЧНОСТЬ
ОБРАБОТКИ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы

Составитель Владимир Федорович Скворцов

Подписано к печати
Формат 60x84/16. Бумага писчая № 2.
Плоская печать. Усл. печ. л. . Уч. -изд. л. .
Тираж 100 экз. Заказ № . Цена свободная.
ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ № 1 от 18.07.94.
Ротапринт ТПУ. 634034, г. Томск, пр. Ленина,30