



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Сборник задач
по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»

**«Исследование жесткости
фрезерного станка
производственным
методом»**

Автор
Мельников А.С.

Ростов-на-Дону, 2017



Аннотация

Сборник задач предназначен для студентов очной и заочной форм обучения направления 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Автор

к.т.н., профессор Мельников А.С.



Оглавление

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №

2 Исследование жесткости фрезерного станка

производственным методом.....4

1. Цель работы 4

2. Задачи работы 4

3. Техника безопасности..... 4

4. Подготовка к проведению работы 4

5. Материальное обеспечение работы 9

6. Методика проведения исследования..... 9

7. Содержание выводов10

8. Контрольные вопросы.....10

9. Литература10

Приложение 111

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ МЕТОДОМ

1. Цель работы

Овладение методикой определения жесткости фрезерных станков производственным методом.

2. Задачи работы

- определить жесткость ТС вертикально-фрезерного станка.
- экспериментально построить график зависимости деформаций технологической системы от усилий обработки.

3. Техника безопасности

Перед проведением работы необходимо изучить правила техники безопасности. Перед проведением лабораторных работ студенты получают инструктаж по технике безопасности в лаборатории технологии машиностроения, принимают к исполнению все правила техники безопасности, о чем расписываются в специальном журнале.

4. Подготовка к проведению работы

До начала выполнения работы необходимо изучить тему «Жесткость технологической системы как причина появления части погрешности динамической настройки» по конспекту лекций или учебному пособию [1].

Технологический размер, описывающий положение обработанной поверхности относительно технологической базы, получается при обработке и измеряется по нормали к обработанной поверхности. По разным причинам во время обработки одной детали этот размер получает отклонение, а за время обработки партии деталей образуется поле рассеяния этих отклонений, которое называют погрешностью. Одной из причин появления отклонения является конечная величина жесткости технологической системы (ТС), в результате чего в системе появляются упругие взаимные перемещения инструмента и заготовки под действием силы резания.

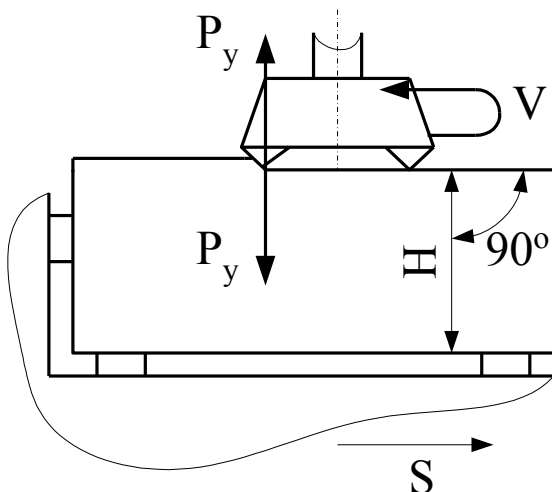


Рис.1. Схема фрезерования плоскости для получения размера H

Под жесткостью ТС понимают ее способность сопротивляться появлению в ней упругих перемещений y по нормали к обрабатываемой поверхности под действием нормальной составляющей силы резания P_y . (см. рис. 1) Количественно эту способность оценивают отношением силы к возникшему перемещению

$$j_{ТС} = \frac{P_y}{y} \text{ н/м}$$

Измерение жесткости позволяет вести мониторинг состояния металлорежущего оборудования, построить на этой основе систему своевременного их технического обслуживания и ремонта. Разработаны различные методы определения жесткости станков в статическом состоянии (в неработающем станке), когда станок нагружается в нужном направлении тарированной силой и измеряется возникшее упругое перемещение его узлов. Эти методы позволяют исследовать жесткость станка вне связи ее с другими явлениями и процессами, которые имеют место в работающей ТС. Желание получить представление о том, что происходит в ТС, когда идет обработка детали, и какова величина жесткости в динамически нагруженной процессом резания системе привели к разработке ряда методов определения жесткости, получивших название производственных. В лабораторной работе используется

один из таких методов для определения жесткости вертикально-фрезерного станка.

Определение жесткости фрезерного станка в лабораторной работе производится при фрезеровании цилиндрической концевой фрезой плоской заготовки с неравномерным припуском. Схема такой обработки представлена на рис. 2.

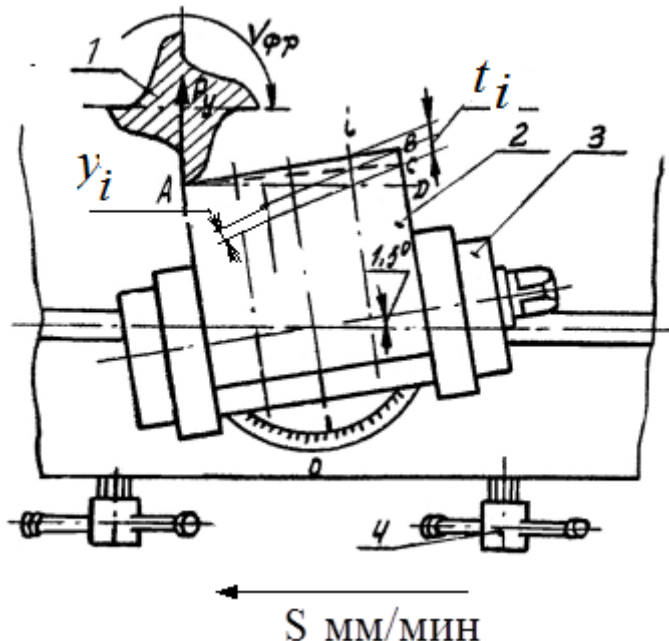


Рис.2. Схема обработки при определении жесткости фрезерного станка
1 – фреза, 2 – плоская заготовка, 3 – поворотные станочные тиски

Неравномерность припуска обеспечивается поворотом тисков вместе с установленной заготовкой на угол $1,5-3^\circ$. В результате в каждой i -ой точке глубина резания окажется разной. Поэтому в каждой точке на пути инструмента на заготовку и фрезу будет действовать разная по величине сила P_y , которая создаст в ТС разные по величине упругие перемещения фрезы и заготовки. Если бы в ТС не возникали упругие перемещения (если бы ТС была абсолютно жесткой), то обработанная поверхность заняла бы положение, соответствующее линии A – D на рис. 2. Но ТС обладает конечной величиной жесткости и поэтому упругие перемещения обязательно возникнут, в результате обработанная поверхность займет положение, соответствующее линии A – C. Раз-

ность между линиями $A - D$ и $A - C$ можно измерить в каждой i -ой точке. Если в начальный момент обработки задать глубину резания равной нулю, эта разность равна возникшему при обработке в этой точке суммарному упругому перемещению фрезы и заготовки по нормали к обрабатываемой поверхности.

Для измерения упругих перемещений на шпиндельной коробке фрезерного станка закрепляется индикаторная стойка с индикатором часового типа с ценой деления $0,002$ мм. После обработки ножку индикатора нужно установить перпендикулярно к обработанной поверхности в первую точку, где глубина резания была равна нулю и стрелку индикатора установить на ноль. Затем, перемещая стол вместе с обработанной деталью вручную, нужно в каждой i -ой точке записать показания индикатора. Эти показания и есть упругие перемещения y_i в ТС, возникшие при разных значениях силы P_y .

Сила резания P_y в каждой точке не измеряется, а рассчитывается по эмпирической формуле

$$P_{yi} = C_p \cdot S_z^y \cdot Z \cdot B^n \cdot D^q \cdot t_i^x, H$$

Где: C_p - постоянный коэффициент в формуле усилия P_y ; S_z мм/зуб - подача на один зуб, при которой проводилось фрезерование образца; Z - количество зубьев фрезы; B мм - ширина фрезерования (толщина плоского образца, который обрабатывается в работе); D мм - диаметр фрезы; t_i мм - расчетная (заданная) глубина резания в i -ой точке по длине образца;

Для расчета силы необходимо определить глубину резания в каждой точке. Для этого используется та же схема измерения, что и при измерении упругих перемещений. Для этого в индикаторную стойку устанавливается индикатор часового типа с ценой деления $0,01$ мм и в первой точке перемещением стола создается небольшой натяг. Следует записать показания большой и малой стрелок индикатора. Малая стрелка считает целые миллиметры, большая - сотые доли миллиметра. Если в начальный момент обработки задать глубину резания равной нулю, то разность показаний индикатора в i -ой и начальной точке будет расчетная глубина резания t_i .

Данные об инструменте и режиме резания надо получить у преподавателя или лаборанта. Коэффициенты и показатели степени в расчетной формуле силы приводятся ниже.

Таблица 1

Значения степени коэффициента $C_{рт}$ и показателей степени x , y , n , q

Обрабатываемый металл и тип фрезы	Обрабатываемый материал	Коэффициенты и показатели степени•				
		$C_{рт}$	x	y	n	q
цилиндрические, концевые и торцевые при несимметричном резании	чугун	240	0,83	0,65	1,00	-0,83
	сталь	340	0,86	0,74	1,00	-0,86
Торцевые при симметричном резании, дисковые и отрезные	чугун	350	1,14	0,70	0,90	-1,14
	сталь	410	1,10	0,80	0,95	-1,10

Величина коэффициента C_p меняется с изменением величины переднего угла γ и скорости резания V , что учитывается умножением коэффициента $C_{рт}$ на поправочные коэффициенты K_1 и K_2 , определяемые по таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Значение коэффициента K_1

Передний угол, γ°	K_1
+15	0,9
+10	1,0
+5	1,1
0	1,2
-5	1,3
-10	1,4
-15	1,5
-20	1,6

Таблица 3

Значение коэффициента K_2

Скорость резания, м/мин	K_2
50	1,00
75	0,98
100	0,96
125	0,94
150	0,92
175	0,90

200	0,88
250	0,85

Рассчитанные значения силы P_y и измеренные значения упругих перемещений позволяют рассчитать жесткость ТС в каждой точке

$$j_i = \frac{P_{yi}}{y_i}$$

5. Материальное обеспечение работы

- 5.1. Фрезерный станок (вертикальный или горизонтальный).
- 5.2. Предварительно размеченная заготовка.
- 5.3. Станочные тиски.
- 5.4. Фреза (концевая или цилиндрическая).
- 5.5. Стойка индикаторная.
- 5.6. Индикаторы часового типа (с ценой деления 0,01 и 0,002 мм).

6. Методика проведения исследования

6.1. Проверить установку тисков. Тиски должны быть повернуты на угол 1,5-3°градуса. Установить заготовку 2 в тисках 3, обеспечив уклон обрабатываемой поверхности в 1,5-3°градуса. Для этого следует перевернуть ранее обработанную заготовку на 180 градусов вокруг оси, параллельной губкам тисков (рис.2).

6.2. Установить индикатор с ценой деления 0,01 мм на стойке, прикрепленной к станине станка.

6.3. Определить глубину резания t_i в точках, отмеченных рисками на заготовке

$$t_i = R_i - R_o \quad \text{мм,}$$

где R_i - показание индикатора в i -ой точке заготовки; R_o - показание индикатора в начальной точке А.

6.4. Установить режимы резания: $V=20 \div 30$ м/мин;
 $S_{\text{мин}}=25 \div 50$ мм/мин.

6.5. Включить вращение шпинделя и подвести фрезу 1 к начальной точке обработки А, обеспечив попутное фрезерование. Коснуться фрезой заготовки.

6.6. Слегка затянуть винты 4 продольных салазок стола для компенсации осевого люфта ходовой гайки.

6.7. Включить продольную подачу стола, фрезеровать припуск за один проход.

6.8. Закрепить индикатор с ценой деления 0,002 мм в неподвижной стойке на станине станка.

6.9. Измерить упругое перемещение в каждой размеченной точке обработанного образца y_i в тех же точках, в каких проводилось измерение t_i .

6.10. Рассчитать силу P_y в каждой размеченной на заготовке точке.

6.11. Построить диаграмму "нагрузка-перемещение",

6.12. Рассчитать жесткость технологической системы при обработке на горизонтально-фрезерном станке в принятых точках.

7. Содержание выводов

Оценить жесткость технологической системы, зависимость значения от величины силы резания, пределы полученных значений.

Описать характер зависимости деформаций технологической системы от силы резания.

8. Контрольные вопросы

8.1. Что называется жесткостью технологической системы?

8.2. Что такое податливость технологической системы?

8.3. Какие известны методы определения жесткости металлорежущих станков?

8.4. Что показывает диаграмма «нагрузка-деформация»?

9. Литература

1. 1. Мельников А.С. Технология машиностроения: основы достижения качества машины: учебное пособие. Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2009. – 428 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

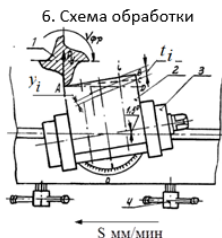
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ПРОТОКОЛ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ МЕТОДОМ

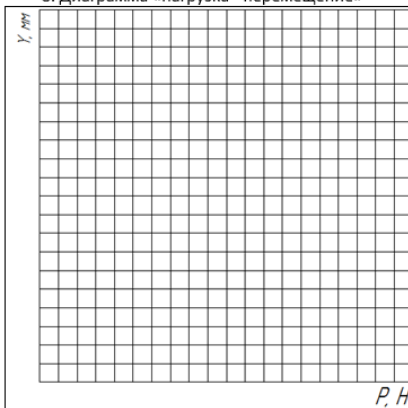
- Оборудование: модель _____
наименование _____
- Материал заготовки _____
- Режущий инструмент: тип _____
диаметр $D =$ _____, число зубьев $Z =$ _____
- Режим резания: $t =$ _____, $S_m =$ _____
 $n =$ _____, $S_z = S_m / (Z \cdot n)$
= _____
 $V =$ _____, $V =$ _____
- Приборы для измерения:
наименование _____
цена деления _____

7. Результаты измерений и вычислений

	Точки замеров				
	1	2	3	4	5
Глубина t_i , мм					
Упругая деформация y , мм					
Нормальная составляющая силы резания, Н					
Жесткость станка, Н/мм					



8. Диаграмма «нагрузка - перемещение»



- Вычисление нормальной составляющей силы резания и жесткости станка: _____

10. Выводы

Выполнил студент гр. _____

Принял преподаватель _____

Ф.И.О. _____
Подпись, дата

Ф.И.О. _____
Подпись, дата