

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Р. БЕРУНИ**

**Кафедра «Технология машиностроения,  
оборудования и автоматизация машиностроительных  
производств»**

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ  
По курсу «Технология машиностроения»  
Части I и II**

## **ТАШКЕНТ 2007г.**

Изучение курса технологий машиностроения сопровождается выполнением лабораторных работ, которые должны способствовать его усвоению и закреплению теоретических знаний студентов.

Данные лабораторные работы составлены в соответствии с учебным планом для студентов направления 5520600-«Технология машиностроения,

оборудования и автоматизация машиностроительных производств», 5521100-«Наземные транспортные системы», 5811000-«Техника и технология сервиса» (По отраслям услуг), 5520500-«Материаловедение и технология новых материалов», 5630100-«Механизация сельского хозяйства», 5520700-«Технологические машины и оборудование» (По отраслям), очной формы обучения, в течении ряда лет проводятся в лаборатории кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств» ташкентского государственного технического университета.

Лабораторные работы, как и курс технологии машиностроения, разделены на две части.

Первая часть работы посвящена изучению структуры технологического процесса, теории точности и базирования деталей при механической обработке.

Лабораторные работы во второй части знакомят студентов с методикой расчета размерных цепей, проведение научно-исследовательских работ на установках (стендах) разработанных на кафедре, а также составление вариантов технологических схем сборки изделий.

Основной задачей данных лабораторных работ является, кроме лучшего усвоения курса, знакомство с методикой проведения научно-исследовательских работ в области технологии машиностроения и приобретения студентами некоторых практических навыков по настройке станков для выполнения отдельных операций технологического процесса.

В работе приводятся методические указания по выполнению лабораторных работ и составлению отчетов.

Составили: проф. Аликулов Д.Е. проф. Умаров Т.У.

доц. Халикбердиев Т.У. ст. пр. Сатарханов

А.И.

## Оглавления

1. Лабораторная работа №1 «Изучение структуры технологического процесса».....5-9
2. Лабораторная работа №2 «Определение точности партии деталей при их изготовлении».....10-16
3. Лабораторная работа №3 «Базирование деталей на станке при различных видах обработки».....17-24
4. Лабораторная работа №4 «Настройка токарного станка для обработки».....25-31

5. Лабораторная работа №5 «Настройка сверлильного станка для обработки плитки».....32-35
6. Лабораторная работа №6 «Определение деформации заготовок под влиянием усилий резания».....36-40
7. Лабораторная работа №7 «Расчет размерной цепи на основе теории вероятности».....41-46
8. Лабораторная работа №8 «Изучение копирования погрешности заготовки».....47-50
9. Лабораторная работа №9 «Определение контактно жесткости плоского стыка».....51-55

10. Лабораторная работа №10 «Выбор схем базирования».....	5
6-61	
11. Лабораторная работа №11 «Определение жесткости токарного станка».....	62-68
12. Лабораторная работа №12 «Анализ технологических схем сборки».....	69-74

## ЧАСТЬ I

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

#### Изучение структуры технологического процесса

##### *Цель работы:*

а) Изучить влияние типа производства на структуру технологического процесса.

б) Привить студентам навыки составления технологических процессов на детали типа «Тела вращения».

***Методические и наглядные пособия:***

а) Методические указания к данной лабораторной работе.

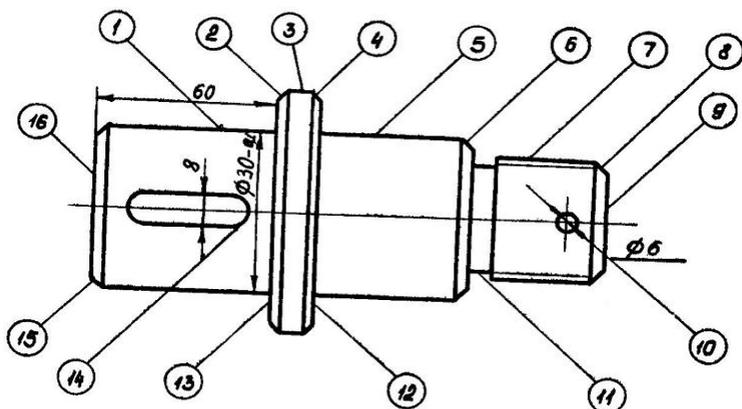
б) Рабочие чертежи детали.

в) Типовые технологические процессы на изготовление деталей класса «валы», «втулки», «зубчатые колеса».

г) Справочная литература.

***Эскиз детали:***

(для наглядности большинство размеров не показано)



**Рис 1.**

### **Методика проведения работы**

Для выполнения данной работы каждый студент получает индивидуальное задание составить 2-3 варианта маршрутного технологического процесса для обработки одной детали. (Могут быть заданы варианты технологического процесса единичного серийного и массового производства).

Желательно, чтобы деталь представляла собой тело вращения средней сложности.

Получив задание, студент должен изучить чертеж детали технические требования, составить эскиз детали, либо скопировать чертеж на ксероксе и пронумеровать обрабатываемые поверхности как это показано на *рис.1*

Номера обрабатываемых поверхностей, помещенные в кружочек диаметром 6-8 мм, проставляется на эскизе обязательно в последовательном порядке по

часовой стрелке, желательно располагать их по вертикальным к горизонтальным линиям, не допуская пересечений выносных линий.

Законченный эскиз детали подписывает преподаватель.

После этого студент составляет черновик варианта технологического маршрута для условия единичного производства. Предложенный вариант обсуждается с преподавателем и при необходимости корректируется.

Аналогично разрабатывается вариант технологического маршрута для условия крупносерийного производства.

После согласования предложенных вариантов с преподавателем, студент заполняет протоколы, являющиеся формой отчета.

При заполнении технологической карты необходимо придерживаться следующих общих правил:

1. Операция номеруются римскими цифрами» а установки, позиции и переходы арабскими цифрами.

2. Каждая операция определяется именем прилагательным (а не именем существительным) например: фрезерная, шлифовальная (но не Фрезеровка, шлифовка, фрезерование, шлифование).

3. Описание содержания перехода должно начинаться с глагола в повелительной форме, например:

расточить отверстие, подрезать торец (но не расточка отверстия, подрезка торца)

4. Описание перехода должно содержать номер обрабатываемой поверхности и все размеры, выдерживаемые на данном переходе. Например, обточить поверхность, выдержать диаметр  $\varnothing 30 = -0,7\text{мм}$  на длине  $l = 60\text{мм}$ .

### ***Порядок выполнения работы***

1. Изучить чертежи.
2. Выполнить эскизы деталей
3. Проверить наличие на чертеже необходимых данных для изготовления детали.
4. Прономеровать обрабатываемые поверхности
5. Наметить технологический маршрут для условий крупносерийного производства.
6. Согласовать предложенный вариант с преподавателем.
7. Наметить технологический маршрут для условий крупносерийного производства.
8. Согласовать предложенный вариант с преподавателем.
9. Заполнить технологическую карту (форму отчета).

10. Сделать выводы об изменении структуры технологического процесса в зависимости от масштаба производства.

### *Литература*

1. Справочник технолога машиностроителя Том 1 под ред. к.т.н. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Том 2. Под ред. д-ра тех. наук, проф. А.Н. Малова. М., «Машиностроение» 1972
2. Маталин А.А. Технология механической обработки. Л., «Машиностроение» 1977.
3. Технология машиностроения (спец. часть) 2–е изд. Под ред. Б.А. Беспалова, Л.А. Глейзера и др. М. «Машиностроение». 1973
4. Лабораторные работы по «Технологии машиностроения» Б.А. Скраган., И.С. Амосов., А.А. Смирнов (Ленинград «Машиностроение». 1974г.)
5. «Технология машиностроения» МВТУ. В. Бурцев, и другие. 1998г. Москва.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	По лабораторной работе №1 «Изучение структуры технологического процесса»	
		<b>Индекс группы</b>

Эскиз детали

**Наименование детали:**

\_\_\_\_\_

**Кол-во штук:** \_\_\_\_\_

**Материалы:** \_\_\_\_\_

**Заготовка:** \_\_\_\_\_

### *Протокол 1*

*Вариант производства: индивидуальное*

№ опе р	Наиме н. операции	№ уст	№ по з	№ перехо д	Наимено вание переход ов и	Ста нок	Приспо ссоб	Инс тру мен т

					проходо в			

### *Протокол 2*

*Вариант производства: серийное*

№ опе р	Наимен . операц ии	№ уст	№ по з	№ переход.	Наимен ование переход ов и проходо в	Ста но к	Пр исп ос об.	Инс тру мен т

### *Протокол 3*

*Вариант производства: массовое*

№ опер	Наимен . операции	№ уст	№ по з	№ перехо д	Наимено вание переходо в и проходов	Станок	Пр исп осо б	Инс тру мен т

***Выводы:***

Дата	Работ у прин ял	Подпис ь	Дат а	Работу приня л	Подпи сь

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### **Определение точности партии деталей при их изготовлении.**

#### ***Цель работы:***

Исследовать точность обработки деталей расчетно-аналитическим путем или путем построения кривой распределения размеров или кривой отклонения от правильной геометрической формы.

### ***Принадлежности:***

- 1) Партия деталей (100 шт.)
  
- 2) Микрометр (0-25 мм)  
( 25-50 мм)

### ***Методическое указание:***

В результате действия случайных погрешностей при обработке партии деталей на настроенных станках, действительный размер каждой заготовки представляется случайной величиной и может принимать любое значение в границах определенного интервала.

Совокупность значений действительных размеров деталей, обработанных при неизменных условиях, расположенных в возрастающем порядке с указанием частоты повторения этих размеров (частостей), называется распределением деталей.

Распределение размеров партии детали можно представить в виде таблиц или графиков. На практике действительных размеров деталей разбивают на интервалы или разряды таким образом, чтобы цена интервала была несколько больше цены деления шкалы измерительного устройства, для компенсации погрешности измерения. Частость в этом случае

представляет собой отношение числа деталей, действительные размеры которых попали в данный интервал к общему количеству измеренных заготовок партии.

Если по оси абсцисс отложить интервала размеров, а по оси ординат соответствующие им частоты или частости, то в результате получится ступенчатая линия, называемая гистограммой распределения. Если же последовательно соединить между собой точки, соответствующие середине каждого интервала, то образуется ломаная кривая, называемая эмпирической кривой распределения или полигон распределения.

При разных условиях обработки заготовок, рассеивания их действительных размеров подчиняется различным математическим законам однако в технологии машиностроения большое практическое значение имеют следующие законы:

- 1) Закон нормального распределения (закон Гаусса),
- 2) Закон эксцентриситета (закон Максвелла),
- 3) Закон равной вероятности
- 4) Закон Симпсона.
- 5) Комбинация вышеперечисленных законов.

Распределение действительных размеров деталей, обработанных на настроенных станках, очень часто

подчиняются закону нормального распределения. Теоретическое объяснение этому положению дает центральная предельная теорема вероятности – теорема Ляпунова. Уравнение кривой нормального распределения имеет вид: показанный на рис. 1.

Распределение действительных размеров деталей, обработанных на настроенных станках очень часто подчиняется закону нормального распределения. Теоретическое объяснение этому положению дает центральная предельная теорема вероятностей – теорема Ляпунова.

Уравнение кривой нормального распределения имеет вид:

$$P_i = \frac{m}{N} = y = \frac{1}{\sqrt{2\pi T}} \exp\left(-\frac{|x - A_{cp}|^2}{2T^2}\right)$$

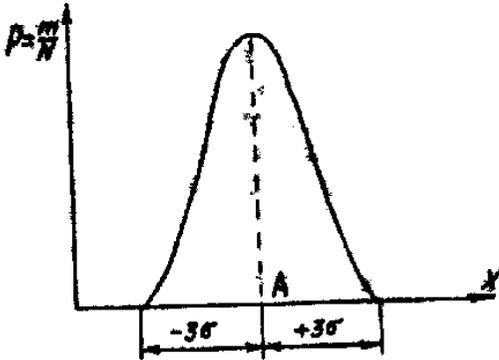
где,  $T = \sqrt{\frac{\sum (A_i - A_{cp})^2}{N}}$  - дисперсия (средне квадратическое отклонение)

$A_i, A_{cp}$  – математическое ожидание (применительно к точности партии деталей- среднее арифметическое значение действительных размеров деталей данной партии).

$X$ - текущая координата (текущий действительный размер).

$m$ - частота (количество деталей данного интервала размеров).

$N$ - размер выборки (количество заготовок в партии).



*Рис.1*

Как видно из графика кривая асимптотически приближается к оси абсцисс и на расстоянии  $\pm 3\delta$  от  $X=A_p$ , так близко подходит к оси абсцисс, что в этих пределах площадь ограничения кривой составляет 99,73% от всей площади, поэтому практически принято считать, что на расстоянии  $+3\delta$  от вершины кривой ее ветви пересекаются с осью абсцисс. *Рис.1.*

Величина «А» показывает центр группирования случайной величины, а величина « $\delta$ »- показывает, на сколько тесно происходит это группирование, то есть является мерой точности применительно к точности партий деталей.

Определение точности партии деталей на настроенных станках методами математической статистики сводится к сопоставлению фактического поля рассеивания размеров партии детали к допускам на размер, регламентированной чертежом и определенно количеству заготовок, выходящих за пределы установленного допуска. Общая методика статистического анализа точности партии детали сводится к следующему.

***Порядок выполнения работы.***

1. Произвести измерение всех заготовок текущей выборки из партии по интересующему размеру. Результаты занести в Протокол №1 ( $A_1A_2\dots A_n$ )
2. Определить поле рассеивания размера и разбить его на интервал  
 $K=w/q$ , где  $w$  – величина рассеивания  
 $q$  – значение интервала
3. Подсчитать для каждого интервала частоту и занести в Протокол №2, Подсчитать частоту:  $m/N$
4. Подсчитать среднее арифметическое отклонение и среднее квадратическое отклонение.
5. Построить кривую распределения действительных размеров или отклонение.

6. По параметрам распределения  $A_{cp}$  и  $\delta$  определяют теоретическую кривую распределения.

$$P = \frac{m}{N} = \frac{q}{\delta\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - A_{cp})^2}{2\delta^2}\right]$$

где  $\delta = p \cdot s$

$P$ - поправка учитывающая прогрессивности вызванные малочисленностью деталей в партии.

или  $P=1,2$  для  $N=100$

7. Провести проверку соответствия эмпирического распределения действительных размеров деталей с выбранными теоретическими законом путем определения критерии в согласия.

$\lambda$ - критерий согласия Колмогорова

$\chi^2$ -критерий сргласия Пирсона

$$\lambda = \frac{|Nx - N'x|_{max}}{\sqrt{N}} \quad \chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - P_i N)^2}{P_i N}$$

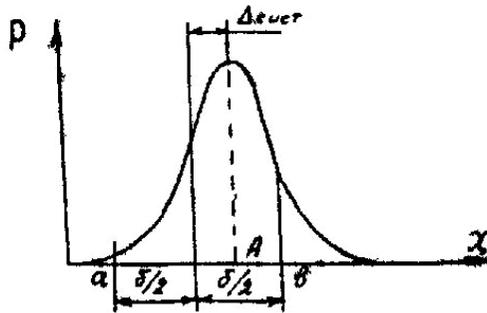
$Nx, N'x$  – накопленные эмпирические и теоретические частоты.

8. Определить зону фактического рассеивания и сравнить его допуском

$\Delta = 6\delta$  – при совпадении  $A_{cp}$  с серединой поля допуска

$\Delta = 6\delta \pm \Delta_{сист.}$  – при несовпадении  $A_{cp}$  с серединой поля допуска

$\Delta_{\text{сист.}}$  – погрешность настройки станка (см. рис.2)



9. Определить запас точности

$$\Psi = \delta / \Delta$$

при  $\Psi \leq 1,0$  точность достаточна (брака нет).

10. В случае

$\Psi > 1,0$  определить вероятный процент брака детали для определения количества годных деталей необходимо найти площадь, ограниченную кривой и осью абсцисс на длине равной допуску.

$$P = \int_a^b P dx$$

тогда процент бракованных деталей будет

$$\eta = (1 - p) \cdot 100\%$$

**Литература**

1. В.А. Скраган, И.С. Амосов, А.А. Смирнов  
Лабораторные работы по технологии  
машиностроения Л. «Машиностроение», 1974
2. Маталин А.А. Технология механической  
обработки Л. «Машиностроение», 1977
3. Б.С. Балакшин Основы технологии  
машиностроения. М. «Машиностроение», 1969г.
4. основы технологии машиностроения (под  
редакцией д.т.н. проф. В.С. Корсакова) М.  
«Машиностроение» 1977г.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры - «Технология машиностроения, оборудования автоматизация и машиностроительных производств»	По лабораторной работе №2 «Определение точности партии деталей при их изготовлении.»	
		<b>Индекс группы</b>

### Протокол №1.

№	I	II	III	Сре	№	I	II	III	Сре	№
№	за	за	зме	д	№	за	за	за	д	ин
пп	мер	мер	р	ний	пп	мер	мер	мер	ний	т

				замер						замер	
				р						р	

**Из протокола №1.**

Минимальный размер -  $A_{\min} =$

Максимальный размер -  $A_{\max} =$

После рассеивания -  $\omega =$

Число интервалов -  $n =$

Величина интервалов -  $\frac{\omega}{n} =$

**Протокол №2.**

Границы интервалов	№ интервалов	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верхний										
Нижний										
Частоты										

**Кривая рассеивания фактических размеров:**

**Расчет точности:**

$$A_{cp} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{N} =$$

$$\delta = \sqrt{\frac{(A_1 - A_{cp})^2 + (A_1 - A_{cp})^2 + \dots + (A_1 - A_{cp})^2}{N}}$$

$$\tau = k \cdot \delta$$

**Выводы:**

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

### **Базирование деталей на станке при различных видах обработки**

#### ***Задание.***

1. Базирование деталей и определение погрешностей при установке деталей в нормальные приспособления.

2. Определение расположения шести теоретических опорных точек и направление силового замыканий для следующих случаев установки:

- а) валик в центрах
- б) валик в 3-х кулачковом патроне

- в) диска в 3-х        -"-        -"
- г) валик на призме
- д) плита (призма) в приспособлении

### ***Методические указания***

Одной из главных причин, вызывающих погрешность выдерживаемого при обработке размера и пространственные отклонения во взаимном положении геометрических элементов обрабатываемой заготовки» является неточность ее установки для обработки на станке

Точность выдерживаемого размера при обработке зависит от количества установочных поверхностей, которая строго регламентируется; недостаток или избыток их приводит к нарушению точности установки.

Известно, что для полного определения положения твердого тела в пространстве необходимо лишить его шести степеней свободы: трех поступательных перемещений вдоль осей координат к трех вращений вокруг указанных осей. Процесс установки заготовок в приспособлениях или на станках состоит из их базирования (ориентировки) и закрепления обеспечивающего неизменность положения заготовки при ее обработке поверхности линии или точки

заготовки, используемые для базирований, называют базами.

Надежная ориентировка детали в процессе изготовлений требует надлежащего закрепления (создания силового замыкания), которое возможно при таких условиях:

1. Силовое замыкание осуществлено силами с их моментами, превосходящими силы и их моменты, возникающие в процессе обработки и нарушающие положение.

2. Силовое замыкание предшествует появлению сил и их моментов, нарушающих силовое замыкание.

При силовом замыкании возможны деформации деталей, которые вносят погрешность в установку.

Очевидно, что точность обработки не будет одинаковой у партии заготовок, обработанных в тисках, в патронах, в центрах и т.п.

Например, при зажатии заготовки в гильзе имеет место "выжимание" ее из гильзы в момент закрепления; "отход" ее в момент закрепления и др., что предопределяет осевые смещения заготовки, при зажатии заготовки в трехкулачковом самоцентрирующем патроне также имеет место погрешность осевой установки в результате некоторого непостоянства в радиальной перемещение кулачков, а также вследствие

упругой деформации передней стенки патрона; при закреплении заготовки в машинных тисках причиной возникновения погрешности закрепления являются упругие деформация заготовки и элементов тисков, возникающие под действием зажима.

Погрешности установки возникают при установке деталей в приспособлении и слагаются из погрешностей базирования  $\varepsilon_r$ , закрепления  $\varepsilon_z$  и погрешности положения заготовки  $\varepsilon_{пр}$ , вызываемой неточностью приспособления  $\varepsilon_y = \varepsilon_b + \varepsilon_z + \varepsilon_{пр}$ , где

$\varepsilon_y$  - погрешность установки

$\varepsilon_b$  - погрешность базирования

$\varepsilon_z$  - погрешность закрепления

$\varepsilon_{пр}$  - погрешность положения заготовки в приспособлении.

Схема установки детали в приспособления предусматривает определенное положение базирующей поверхности детали относительно режущего инструмента. В частности, на рис.1 схема установки детали предусматривает расположение обрабатываемой поверхности а на расстоянии  $x$  от установочных элементов приспособления. Однако при закреплении обрабатываемая деталь в силу ряда причин может занять положение, отличное от предусмотренного схемой установки. К этим причинам относятся следующие:

1) неточности формы базирующих поверхностей обрабатываемой детали и приспособления;

2) деформация поверхностных слоев базирующих поверхностей детали и приспособления при закреплении;

3) смещение детали (отход базирующих поверхностей детали от базирующих элементов приспособления) при закреплении

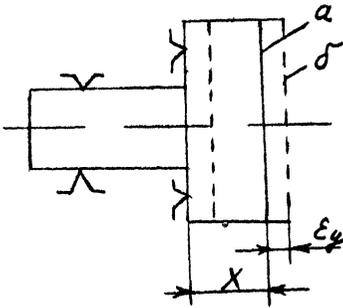


Рис.1.

Схема погрешности установки.

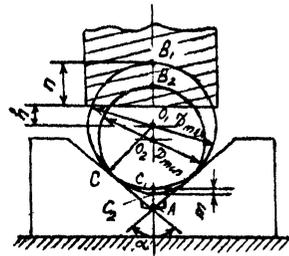


Рис.2

Влияние угла призмы на точность установки

На рис. 1 обрабатываемая поверхность занимает положение  $\delta$  вместо положения  $a$ , что вызывает соответствующую погрешность установки  $\epsilon_y$ ,

Условия прилегания различных деталей в приспособлении неодинаковы, поэтому величина погрешностей установки при закреплении всех деталей настроечной партии является случайной величиной.

Погрешность закрепления  $\varepsilon_3$  возникает от деформации обрабатываемой детали и приспособления, которые происходят в результате приложения к обрабатываемой детали зажимных сил таким образом,

$\varepsilon_3$  зависит от жесткости приспособления, размеров, точности формы, чистоты базовых поверхностей и жесткости обрабатываемой детали а также величины направления зажимных сил.

Погрешности базирования  $\varepsilon_4$  имеют место, когда в принятой схеме обработки технологическая (установочная) база не совпадает с Конструкторской»

Погрешность базирования при установке на наружной цилиндрической поверхности на призму зависит от допуска на диаметр цилиндра, угла призмы и положения конструкторской базы. Величину погрешности базирования на призме найдем при рассмотрении положения двух валов диаметрами  $D_{max}$  и  $D_{min}$  (рис.2).

Из построения имеем

$$AB_1 = AO_1 + O_1B_1 = \frac{O_1C}{\sin \frac{\alpha}{2}} + O_1B_1$$

где

$$O_1C = O_1B_1 = \frac{D_{max}}{2}$$

следовательно,

$$AB_1 = \frac{D_{max}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{D_{max}}{2} = \frac{1 + \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} D_{max}$$

Подобно этому находи:

$$AB_2 = \frac{D_{min}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{D_{min}}{2} = D_{min} \frac{1 + \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

Остуда получаем:

$$\varepsilon_{\delta\Pi} = AB_1 - AB_2 = (D_{max} - D_{min}) \frac{1 + \sin\frac{\alpha}{2}}{2 \sin\frac{\alpha}{2}}$$

Так как

$$D_{max} - D_{min} = \delta_D$$

ТО ОКОНЧАТЕЛЬНО

$$\varepsilon_{\delta\Pi} = \delta_D \frac{1 + \sin\frac{\alpha}{2}}{2 \sin\frac{\alpha}{2}}$$

По аналогии для размеров  $m$  и  $h$

$$\varepsilon_{\delta m} = \delta_D \frac{1 + \sin\frac{\alpha}{2}}{2 \sin\frac{\alpha}{2}}; \varepsilon_{\delta h} = \delta_D \frac{1 + \sin\frac{\alpha}{2}}{2 \sin\frac{\alpha}{2}}$$

Пологая

$$\frac{1 + \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = K_1; \quad \frac{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = K_2; \quad \frac{1}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = K_3$$

Получим окончательно:

$$\varepsilon_{\delta n} = K_1 \cdot \delta_D; \quad \varepsilon_{\delta m} = K_2 \cdot \delta_D; \quad \varepsilon_{\delta h} = K_3 \cdot \delta_D$$

Найденные значения  $\varepsilon_{\delta n}$ ,  $\varepsilon_{\delta m}$ ,  $\varepsilon_{\delta h}$  являются погрешностями базирования при установке деталей цилиндрической поверхности на призму.

Численные значения  $K_1, K_2, K_3$  для углов приведены в таблице 1.

Угол призмы	$K_1$	$K_2$	$K_3$
60°	1,5	0,5	1,0
90°	1,21	0,21	0,7
120°	1,08	0,08	0,58
180°	1,00	0	0,5

Погрешность базирования для размеров  $n, m, h$  можно уменьшить, увеличивая угол призмы. Изменяя

положение призмы можно также уменьшить погрешности базирования для размеров  $l$  и  $h$ .

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	По лабораторной работе №3 «Базировка деталей на станке при различных видах обработки»	<b>Индекс группы</b>

Задание №1.

Установка валика в центрах токарного станка для обточки наружного диаметра.

Эскиз установки.

Протокол №1.

Измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верхний										
Нижний										
Частоты										

График погрешности установки



Задание №2.

Установка диска в трекулачковом самоцентрирующем патроне для обработки на токарном станке поверхности торца.

Эскиз установки.

Протокол № 2.

Измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верхний										
Нижний										
Частоты										

Протокол №3.

Угол призмы	Деталь			Погрешность базирования	
	1	2	3	Фактическая	Теоретическая
60°					
90°					
120°					

Расчет:

Выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпи сь	Дат а	Работу принял	Подпис ь

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

**«Настройка токарного станка для обработки».**

***Цель работы:*** Исследование и выявление погрешности настройки токарного станка на размер при обработке деталей.

***Содержание работы:***

1. Исследовать погрешность установки (регулирования) резцы по лимбу, по жесткому упору, - по эталону - шупу.

2. Рассчитать погрешность настройки станка для выполнения получистовой обработки (допуск на выдерживаемый размер 0,1-03 мм).

3. Исследовать погрешность постройки токарного станка при обработке партии деталей по упорам (с продольной подачей суппорта).

а) при ручной подаче суппорта;

б) при автоматической подаче суппорта.

4. Определить точность настройки станка методом кривых распределений.

5. Выводы.

***Порядок выполнения работы:***

Погрешность настройки определяется как поле рассеяния положений инструмента при обработке нескольких партий деталей, т.е. при многократной установке инструмента на размер.

Погрешность настройки равна допуску на настроечный размер или разности между наибольшим настроечными размерами. Эта величина включает несколько составляющих. Одной из существенных составляющих. Является погрешность установки (регулирования) инструмента на размер.

### ***1. Исследование погрешностей установки инструмента на размер***

Погрешность установки инструмента по каждому исследуемому методу определяется с помощью контрольного индикатора с ценой деления 0,001 мм, установленного на станине станка (около переней бабки) для продольной подачи и сзади суппорта для поперечной подачи резца.

Установка инструмента в заданное положение проводится 10 раз и результаты показаний контрольного индикатора записываются в табл. 1 отчета.

При первом измерении шкала индикатора устанавливается на 0. При последующих измерениях фиксируют с учетом знака отклонение от нулевого положения. Погрешность установки (регулирования) инструмента на размер при малом количестве замеров характеризуется размахом полученных величин:

$$\Delta_{\text{регул.}} = \Delta_{\text{max}} - \Delta_{\text{min}}$$

где  $\Delta_{max}$  - наибольшее (положительное) отклонение;  
 $\Delta_{min}$  - наименьшее (отрицательное) отклонение  
шкалы контрольного индикатора.

### ***А. Погрешность установки резца по лимбу***

В начале работы любое, желательное кратное пяти, деление лимба продольной подачи принимают за начало отчета, предварительно выбрав в винтовой паре. Вводят в контакт с корпусом фартука контрольный индикатор. Шкалу индикатора устанавливают на 0. Далее отводят фартук вправо по станине в ручную и затем снова устанавливают фартук по принятому делению лимба в заданное положение, смещение фартука от заданного положения фиксируется с учетом знака в бланке (табл.1) отчета

### ***Б. Погрешность установки резца по жесткому упору.***

Фартук с суппортом подводят к упору, закрепленному на станине станка. При этом шкала контрольного индикатора устанавливается на 0. При последних установках в ручную фиксируется смещение фартука относительно первоначального положения. Данный эксперимент повторяется при автоматической подаче фартука по упору. Результаты измерений

записывается в соответствующие графы (ручной и автоматической подачи) табл. 1 отчета.

В. Погрешность установки резца жесткому упору.

Фартук с суппортом подводят к упору по лимбу для поперечной подачи определяют аналогично выполнению пункта 4.

После установки шкалы контрольного индикатора поперечной подачи определяют отводят поперечен суппорт на себя и затем снова устанавливают суппорт по приятому делению лимба поперечной подачи в заданное положение.

Г. Погрешность установки резца на размер по эталону с применением щупа. При выполнении исследования к установленному на центрах эталон подводится резец. Между резцом и эталоном протягивается щуп. Толщина щупа берется производной в пределах 0,05-0,3 мм.

Критерием правильности установки резца служит незначительное усилие («закусывание») щупа при его протягивании.

Отклонение от первоначального положения суппорта измеряется с помощью контрольного индикатора №

По результатам экспериментов определяются погрешности регулирования положения инструмента для рассмотренных методов установки:

по лимбу прод<sup>н</sup> подачи  $\Delta_{лпр.}$ , жесткому упору  
Прд. подачи  $\Delta_{уп пр.руч.}$ ,  $\Delta_{уп пр.авт.}$ , по лимбу  
поп. Подачи  $\Delta_{л поп}$ , эталону и щупу  $\Delta_{эт.поп.}$   
(поперечной подачи).

## ***2. Расчет погрешности настройки станка.***

При настройке методом пробных проходов и промеров погрешность настройки равна

$$\Delta_H = 2K \sqrt{\Delta^2_{изм} + \Delta^2_{расч} + \Delta^2_{регул.}}$$

Где  $\Delta_H$  - погрешность настройки, отнесенная к диаметру обрабатываемой детали;

K-Коэффициент, учитывающий отклонение закона распределения составляющих погрешностей от нормального закона (1÷1,2);

$\Delta_{изм.}$  - погрешность измерения пробных деталей, при измерения микрометром 1-го класса точности  $\Delta_{изм} = 7 \div 9 \text{ мкм}$ ;

$\Delta_{расч.}$  - погрешность вычисления средней арифметической размера подобных деталей

$$\Delta_{расч.} = \frac{2\delta}{\sqrt{n}}$$

где  $\delta$ - среднее квадратичное отклонение, характеризующее точность данного метода обработки:

Приближенно

$$\delta = \frac{1}{n} \delta$$

где  $\delta$ -допуск на выдерживаемый размер (задается условием задачи);

n-количество пробных деталей; обычно n=5÷10 шт.

При настройке по эталону погрешность настройки равна

$$\Delta_n = 2K \sqrt{\Delta^2_{\text{изг.эт.}} + \Delta^2_{\text{регул}}}$$

где  $\Delta_{\text{изг.эт.}}$ -погрешность изготовления эталона (5÷15мкм).

$\Delta_{\text{регул.}}$ -взять по полученным результатам исследования (п.г.).

### ***3. Погрешности настройки токарного станка при обработке партии деталей по упорам.***

а)ручной продольной подаче или поперечной суппорта;

б)автоматической продольной подаче или поперечной суппорта.

Схему определения погрешности указывает преподаватель. Для исследования погрешности настройки заготовку  $\alpha=20\div 30\text{мм}$  устанавливают в 3-х кулачковый патрон или на цент токарного станка.

Обрабатывают партию деталей в количестве  $n$  -50 штук и для ручной и для автоматической подачи суппорта. Результаты показания контрольного индикатора или же измерений диаметрального размера фиксирует в протоколе отчета (табл.2).

#### ***4.Определение точности настройки станка методом кривых распределений.***

Кривые распределения размера является характеристикой точности настройки токарного станка или же обработанной детали.

Из результатов измерений погрешности настройки (протокол 2) или действительных диаметральных размеров партии деталей.

Определяют:

- 1) максимальные  $\Delta_{\text{max}}$  и  $\Delta_{\text{min}}$  минимальные размеры;
- 2) поле рассеивания размеров  $\omega$ ;
- 3) среднее значение размеров  $A_{\text{ср}}$ ,

$$A_{\text{ср}} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{n}$$

4) среднеквадратичное отклонение размеров

$$\delta = \sqrt{(A_1 - A_{cp})^2 + (A_2 - A_{cp})^2 + \dots + (A_n - A_{cp})^2}$$

или

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^i \frac{m}{n} (A_i - A_{cp})^2}$$

где  $i$ - количество интервалов;

$m$ - число деталей в интервале;

$n$ - количество деталей в партии;

$A_i$ - среднее значение интервалов;

$A_{cp}$ - среднее значение размеров.

### ***Литература.***

1. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. М., 1969г.

2. Дальский А.М. и др. Технология машиностроения. М.: МВТУ им Баумана, 1998г, 559с.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	По лабораторной работе №4 «Настройка токарного станка для обработки партии деталей»	<b>Индекс группы</b>

Схема настройки

Наименование станка

\_\_\_\_\_

Модель \_\_\_\_\_

Мотор \_\_\_\_\_

Наименование заготовки

\_\_\_\_\_

Основной размер \_\_\_\_\_

Режущий инструмент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Мерительный инструмент

\_\_\_\_\_

Режимы резания

$n =$  \_\_\_\_\_  $V =$  \_\_\_\_\_

$s =$  \_\_\_\_\_  $t =$  \_\_\_\_\_

### Протокол №1.

Ручная подача			
№№ пп	№ интер	№№ пп	№ интер

Автоматическая подача			
№ № пп	№ интер	№ № пп	№ интер

### Протокол № 2.

Ручная подача			
№№ пп	Грани цы интер . от до	Сред нее значе ние интер Аср	Частот а

Автоматическая подача			
№ № пп	Гран ицы инте р от до	Сред нее значе ние интер Аср	Час тота

Кривая распределения для случая настройки ручной подачи:

Кривая распределения для случая настройки автоматической подачи:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5**

### **«Настройка сверлильного станка для обработки плитки»**

#### ***Задание:***

Наладить вертикально-сверлильный станок для проверки точности обработки на нем отверстий путем:

- 1) Расчета ожидаемой точности по « $O$ » и « $L$ ».
- 2) Сверление двух отверстий по кондуктору.
- 3) Сверление двух отверстий по координатам при помощи лимбов.

### *Теоретическое обоснование работы.*

Вертикально-сверлильные станки составляют до 15% всего парка станков на машиностроительных заводах, просты и удобны в эксплуатации. Благодаря применению кондукторов, комбинированного инструмента и быстросменных патронов не только обеспечивает значительное повышение производительности и точности, но и значительно расширяет область применения станков при обработке отверстий.

Точность сверлильных приспособлений определяется требованиями к точности обработки деталей, для которых они предназначаются. При конструировании сверлильных приспособлений необходимо согласовать с точностью обрабатываемой детали координаты центров кондукторных втулок, относительно установочных деталей приспособлений, расстояний между центрами этих и, наконец, зазоры между сменными и постоянными втулками, а также между инструментами и сменной втулкой.

Последние определяются характером выбранных посадок.

Постоянные втулки и гнезда для сменных втулок сажаются в плиту или корпус приспособления по глухой или легкопрессовой посадке 2-го класса точности.

Инструмент своей рабочей частью в сменную втулку помещаются: сверла, зенкеры и черновые развертки – с ходовой посадкой 2-го класса точности в системе вала.

При расчете исполнительного размера отверстия рабочей втулки (постоянной или сменной) исходят из наибольшего отклонения размера инструмента.

При расчете допусков на межцентровые расстояния кондукторных втулок относительно установочных элементов приспособлений приходится учитывать весь комплекс погрешностей обработки с тем, чтобы суммарная погрешность не превосходила соответствующего допуска детали.

Зависимости между заданной точностью детали ОСТ и возможными погрешностями приспособления и инструмента может быть выражена следующими формулами.

Для размера  $L$  эскиза

$$\pm \delta L > \delta L_K \cdot h \pm \frac{d_{CM} - d_{CB}}{2} \cdot K \pm \frac{d_0 - d}{2} \cdot K \pm \varepsilon m \pm (d_{CM} - d_{CB}) \frac{a+b}{n} p$$

Для  $L_1$

$$\pm \delta L > \delta L_{1K} \cdot h \pm \frac{d_{CM} - d_{CB}}{2} \cdot K \pm \frac{d_0 - d}{2} \cdot K \pm \varepsilon m \pm 2(d_{CM} - d_{CB}) \frac{a+b}{n} p$$

$$(d_{CM} - d_{CB}) \frac{a+b}{n} p$$

Выражение  $(d_{CM} - d_{CB}) \frac{a+b}{n} p$  - расчетная величина увода торца инструмента.

- $L_{\zeta}$  - расстояния от бокового упора до оси первого отверстия детали
- $\pm \delta L_{1\zeta}$  - предельное отклонение этого расстояния
- $L_{1\zeta}$  - расстояние между отверстиями детали
- $\pm \delta L_{1\zeta}$  - предельное отклонение этого размера
- $L_K L_{1K}$  - размеры кондуктора, соответственно размерами детали
- $\pm \delta L_{1\zeta} \pm \delta L_{1\zeta}$  - предельные отклонения кондукторной плиты
- $d_{CB}$  - наименьший размер инструментов
- $d_{CM}$  - наибольший диаметр сменной втулки
- $d_0$  - наибольший диаметр отверстий втулки
- $d$  - наименьший диаметр отверстий гнезда
- $b$  - глубина сверла

- $h$  - длина направляющей
- $a$  - расстояние между торцом втулки и деталью
- $E$  - эксцентриситет втулки
- $n, k, m, p$  - коэффициенты соответственно равные 0,8; 0,5; 0,4; 0,35; для 2-го класса точности.

### ***Литература***

1. Корсаков В.С. «Точность механической обработки».М. 1961г.
2. Дальский А.М. Технология машиностроения. М.: МВТУ им. Баумана, 1998г, 559с.



кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	«Наладка сверлильного станка для обработки отверстий плиты»	<b>Индекс группы</b>

Наименование детали

\_\_\_\_\_

Материал \_\_\_\_\_

Наименование станка

\_\_\_\_\_

Размеры резания

\_\_\_\_\_

Эскизы деталей в схеме сверления 2-х отверстий по кондуктору

Расчет ожидаемой точности *O и L*

## Сравнение точности сверления

Анализ и выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

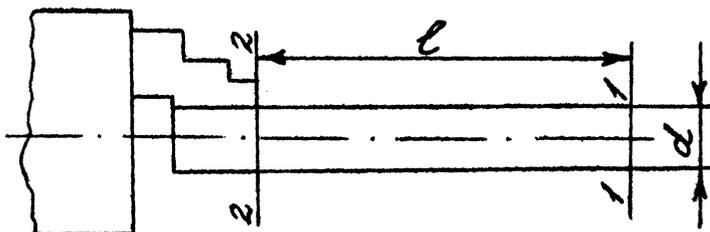
### «Определение деформации заготовок под влиянием усилий резания»

#### *Цель работы и методические указания*

Цель данной работы является изучение влияние жесткости заготовки на ее точность. Для выполнения данной работы валик устанавливается в трехкулачковом патроне. Для практического определения погрешности, возникающая в процессе обработки из-за влияния жесткости детали снимается с заготовки минимальный

слой металла, при такой обработке можно пренебречь влиянием жесткости передней бабки и суппорта и износа режущего инструмента и считать, что на погрешность заготовки влияет только ее жесткость.

До механической обработки измеряются диаметры сечения 2-2 и 1-1.



После обработки так же замеряются диаметры тех же сечений. Учитывая определенную глубину резания определяется утолщение в сечениях 2-2, 1-1. Практические определенные утолщения сравниваются с теоретическими. Для определения выше указанных величин теоретический вал закрепленный в трехкулачковом патроне, как об это было сказано выше, рассматривается как балка, заделанная одним концом и задача решается применением формул «Сопротивление материалов».

Прогиб в сечении 1-1, 2-2 определяется последующей формуле:

$$f = \frac{P_y l^3}{3EI} \text{ (cm)}$$

где:

$P_y$ - радиальная составляющая усилия резания.

$l$ - длина валика, выступающего за патрон.

$I$ - момент инерции.

Если обозначить утолщение через  $\Delta d$ , то  $\Delta d = r \cdot f$

$r$ - радиус вала.

Процент ошибки расчетной величины прогиба с теоретической определяется формулой:

$$\frac{f_p - f_{\text{ИЗМ}}}{f_p} \cdot 100\%$$

Для определения прогиба и утолщения вала закрепленного в центрах считается балкой заделанной концами, при этом прогиб вызывается вертикальной составляющей

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^x \quad \text{для ст.3 } C_p=180; x=1; y=0,75$$

Наибольший прогиб будет по середине величина

$$f = \frac{P_z}{EI} \cdot \frac{l^3}{48} \text{ см}$$

Но при это не следует пренебрегать и радиальной составляющей, которая также будет прогибать валик.

$$f = \frac{P_y}{EI} \cdot \frac{l^3}{48} \text{ см}$$

Общий прогиб будет равен

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$$

Более точнее

$$f = \sqrt{(r + f_2)^2 + f_1^2} - r$$

В этой работе также необходимо проверить точность станка. Для чего обрабатываются четыре пробных детали, точность определяется по соотношению

$$L_{H \min} + 1,5\delta \leq L_{cp} \leq L_{H \max} - 1,5\delta$$

$L_{H \min}$  - минимальный размер из настроенных четырех деталей.

$L_{H \max}$  - максимальный размер из настроенных четырех деталей.

При настройке токарного станка на определенный диаметр правильность настройки проверяется по следующим соотношениям:

$$L_{HP} = L_{\min} + \frac{\Delta PH}{2}$$

где

$\Delta P_H$  - поле рассеивания при настройке размера

$$\Delta P_M = \sqrt{\Delta^2 P_H + \Delta^2 P_{\text{настр.}}}$$

Где

$$\Delta P_M = 1,2 \sqrt{\Delta^2 P_{M \text{ незав.}} + \Delta^2 P_{M \text{ нагр.}}}$$

где

$\Delta P_{M \text{ незав.}}$  - независящая от нагрузки, состоящая  
мгновенного рассеивания

$\Delta P_{M \text{ нагр.}}$  - составляющая мгновенного  
рассеивания зависящего от нагрузки, берется из  
таблицы.

Погрешность настройки (поле рассеивания  
центрального группирования погрешностей).

$$\Delta P_{\text{настр.}} = \sqrt{\Delta^2 P_{\text{смещ.}} + 1,44(\Delta^2 P_{\text{регул.}} + \Delta^2 P_{M \text{ незав.}})}$$

где

$\Delta P_{\text{смещ.}}$  - погрешность смещения центра  
деталей.

$\Delta P_{\text{смещ.}}$  - количество пробных деталей.

$\Delta P_{\text{регул.}}$  - погрешность регулирования положения резца, определяемая по кривой рассеивания из опыта студента.

$\Delta P_{\text{ИЗМ.}}$  - после рассеивания погрешности измерения, берется из таблицы.

### ***Порядок выполнения работы***

1. Подобрать заготовку (из которой должна изготавливаться деталь).
2. закрепить деталь в патроне или в центрах.
3. Выбрать средства измерения и измерить.
4. подобрать режимы резания и настроить станок.
5. обработать деталь при данных режимах.
6. произвести замеры.
7. рассчитать ожидаемые прогибы и утолщения.
8. результаты измерений сопоставить с расчетными величинами и определить процент ошибки по формуле.

### ***Литература***

1. А.П. Соколовский «Курс технология машиностроения». Ч-1 М. 1947.

2. Корсаков В.С. Точность механической обработки.  
М. 1961г.

3. Дальский А.М. Технология машиностроения. М.:  
МВТУ

им. Баумана, 1998г, 559с.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	По лабораторной работе №6 «Определение деформации заготовок под влиянием усилий резания»	
		<b>Индекс группы</b>

Эскиз установки вала в 3-х кулачковом патроне.		Вал в 3-х кулач. патроне	Вал в центрах
	Марка материала	Ст 3	Ст 3
	$\delta_b \frac{кг}{мм^2}$	$60 \frac{кг}{мм^2}$	$60 \frac{кг}{мм^2}$
	$t$		
	$s$		

	$d$		
	$L$		
Эскиз установки вала в центрах			

Протокол №1

	$P_f$	$P_y$	$I$	$f_p$	$f_{из}$ м.	$\Delta d$ $p$	$\Delta d$ изм	$\frac{f_p - f_{из.}}{a_p} \cdot 100\%$
Вал в 3-х кулачковом патроне								
Вал в центрах								

Расчет:

Выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## ЧАСТЬ II

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

## **«Расчет размерной цепи на основе теории вероятности»**

**Задание.** Рассчитать размерную цепь заданного узла определить метод достижения точности.

### ***Порядок выполнения работ:***

1. По заданному чертежу узла выявить замыкающее ее звено.
2. Выявить составляющие звенья.
3. Составить эскиз и схему цепи.
4. Установить допуск замыкающего звена.
5. Установить технологические операции и допуски составляющих звеньев цепи.
6. Определить передаточные отношения.
7. Составить уравнение цепи.
8. Определить номинальную величину размера замыкающего звена.
9. Определить координаты  $\Delta$  середины поля допусков составляющих звеньев цепи.
10. Определить координату  $\Delta\Sigma'$  середины поля рассеивания замыкающего звена.
11. Определить половину поля рассеивания  $\delta\varepsilon'$  (размера замыкающего звена).

12. Определить метод достижения точности.
13. Определить величину и метод компенсации.
14. Определить координату  $\Delta k$  середины поля отклонений замыкающего звена в процессе компенсации.
15. Определить отклонения ВОк и НОк размеров компенсатора.
16. Установить размеры и допускаемые предельные отклонения составляющих звеньев цепи.

Этап 4. На основании ГОСТ» технических условий на изготовление в приемку данного узла» а также сообразуясь с целевым назначением узла механизма или комплекта, конструктор назначает величину допуска замыкающего звена Установленный допуск должен гарантировать длительную и качественную работу механизма.

Этап 5. Если точность соединения достигается без применения компенсаторов» то допуски на звенья цепи должны обеспечить условие:

$$\delta_{\Sigma'} = \delta_{\Sigma}$$

Если точность соединения достигается пригонкой, то допуски на звенья назначаются, сообразуясь со сложностью обработки деталей. Необходимо при этом

иметь ввиду что пригонка является весьма трудоемкой и дорогой операцией.

Если точность соединения достигается изготовлением по месту или при помощи подвижного компенсатора, то допуски на звенья назначаются максимально свободными.

### Этап 6. Определение передаточных отношений.

Если какое-либо составляющее звено  $g_s$  изменяется на величину  $\zeta_{qs}$ , то это вызывает изменение замыкающего звена на величину. Отношение изменений  $\zeta_{\varphi}/\zeta_{qs}$  наз. передаточным отношением.

По знаку передаточного отношения можно судить о направлении изменения замыкающего звена.

Этап 7. Уравнение размерной цепи выражается Следующей формулой:

$$\sum (+)M - \sum (-)M = 0 \quad \text{где}$$

$\sum (+)M$  - сумма всех звеньев цепи с

положительным знаком;

$\sum (-)M$  - сумма всех звеньев цепи с

отрицательным знаком.

Этап 8. Данный этап расчета необходим не только для определения номинальной величины размера замыкающего звена, но и для контроля правильности назначенных размеров.

Этап 9. определение координаты  $\Delta i$ .

Координаты  $\Delta i$  определяется из выражения:

$$\Delta i = \frac{BO + HO}{2}$$

Этап 10. определение координаты  $\Delta \Sigma'$  .

Для линейных, параллельно расположенных размеров.

$$\Delta_{\Sigma(i)} = \sum_{(+)} (\Delta i + di \delta i) - \sum_{(-)} (\Delta i + di \delta i)$$

где

$\delta i$ - половина поля допуска, составляющего звена,

$$\alpha = \frac{M(x) - \Delta}{\delta}; M(x)$$

-среднее значение величины

координаты центра группирования отклонений.

При  $M(x) = \Delta$   $\alpha = 0$ .

Этап 11. определение половины поля отклонений размера замыкающего звена.

$$\delta_{\Sigma(i)} = \frac{R_H}{R_{\Sigma(i)}} \sqrt{\sum A_i^2 R_i^2 \delta_i^2}$$

В некоторых случаях для суммирования допусков применяется формула

$$\delta_{\Sigma} = Z \sqrt{\lambda_{01} \delta_1^2 + \lambda_{02} \delta_2^2}$$

Здесь  $z$  - коэффициент относящийся к размеру замыкающего звена. Рассеивание этого размера обычно принимается по закону Гаусса. При условии выхода 0,27% всех деталей за пределы поля допуска или иначе для процента риска, равного 0,27 принимают  $z = 3$ ; для процента риска 1%  $z = 2,57$ .

$\lambda = 1/9$ ;  $\lambda = 1/3$ ; – самый худший вариант

- относительное рассеивание  $i$  величины  $R = \lambda i / \lambda \varepsilon$

- относительное рассеивание эталонного, т.е. гауссовского распределения с центром группирования, совпадающим с серединой поля допуска  $\Delta i$ .

Этап 12. Определение метода достижения точности.

Для определения метода достижения точности размера замыкающего звена сравнивают ожидаемое поле рассеивания этого размера и поля допуска.

Если поле рассеивания  $2\Delta\Sigma'$  равно или мало отличается от поля допуска  $2\Delta\Sigma$ , то требуемая точность размера замыкающего звена может и должна обеспечиваться по методу взаимозаменяемости.

Если же поле рассеивания значительно превосходит поде допуска, то требуемая точность размера замыкающего звена должна обеспечиваться по методу компенсации.

Этап 13. Определенно величины и метода компенсации.

Величина компенсации определяется по формуле:

$$K\delta = \frac{\omega}{2} + \delta_k - \delta_{\Sigma}$$

Применив в качестве метода компенсации плоское шлифование торца, тогда точность компенсации можно оценить, как:

$$2\delta_k = 0,05\text{мм}$$

- половина величинам компенсации
- общий размах рассеивания размера замыкающего звена
- точность компенсации размера замыкающего звена
- это выражение должно обеспечиваться.

Этап 14. Определение координаты  $\Delta_k$ .

Необходимая величина изменения координаты середины поля рассеивания размера замыкающего звена определяется по формуле:

$$\Delta_k = - \left( \Delta_{\Sigma}^1 - \Delta_{\Sigma} \right)$$

Этап 15. определение отклонения ВОк и НОк.

Необходимые изменения размера звена компенсатора определяется по формуле

$$ВОК = \frac{\Delta k}{Ak} + \left( \frac{K\delta}{Ak} \right) \quad НОК = \frac{\Delta k}{Ak} - \left( \frac{K\delta}{Ak} \right)$$

где Ак- передаточное число, связывающее компенсирующее и замыкающее звенья размерной цепи.

Этап 16. установление размеров и допускаемых предельных отклонений. Окончательный размер звена компенсатора определяется по формуле

$$Nk = N_k^1 + BO_k$$

Таким образом, размеры и предельные отклонения звеньев цепи будут иметь значения.

### ***Литература***

1. П.Ф. Дунаев «Размерные цепи». Машгиз, 1957г.
2. П.Ф. Дунаев «Расчет размерных цепей», Машгиз, 1947г.
3. Б.С, Балакшин «Технология станкостроения». М. 1949г.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория	По лабораторной	

кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	работе №7 «расчет размерной цепи на основе теории вероятности»	<b>Индекс группы</b>

Формой отчета является выполнение эскиза, схемы, описание и расчетов по пунктам: 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16.

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8**

### **«Изучение копирования погрешности заготовки»**

#### ***Содержанке работы***

Строганием на поперечно-строгальном станке ступенчатой заготовки определить копирования погрешности заготовки при верхней и нижней положении каретки суппорта. Расчетом определить уточнение.

Дать анализ результатов эксперимента.

### ***Методические указания.***

Исследованиями установлено, что жесткость строгального станка зависит от величины действующего усилия резания  $P$  и его составляющих  $P_y$  и  $P_z$ , от места установки опытного образца на столе (Точка приложения силы резания  $P$ ). Положение центра поворота упруго системы ползун - суппорт - станина - стол зависит не только от конструкции и качества изготовления станка, но и от точки приложения, величины и направления силы резания. В зависимости от этого жесткость может быть положительной или отрицательной.

В процессе строгания ступенчатой заготовки изменяется усилие резания  $P$  соответственно изменению глубины резания с  $t_1$  на  $t_2$ , а значит изменяется и отжатие узлов станка. Изменение глубины резания (неточность заготовки) копируется на детали.

Отношение неточности заготовки  $\Delta g$  к неточности детали  $\Delta g$  называется уточнением, обозначаемым буквой  $\varepsilon$ . Уточнение  $\varepsilon$  показывает, на сколько раз в результате обработки уменьшилась неточность заготовки.

В условиях положительной жесткости повышению припуска на заготовке соответствует ее уменьшение, а

увеличение обрабатываемого размера вследствие того, что резец не углубляется, а отталкивается от заготовки, т.е. происходит прямое копирование погрешности заготовки на обработанной детали.

В условиях отрицательной жесткости резец не отталкивается, а углубляется в заготовку при увеличении снимаемого припуска т.е. происходит обратное копирование погрешности заготовки на обработанной детали.

На величину копирующееся погрешности влияют как настройка системы СПИД, так к другие технологические факторы.

Подачу  $S$  и скорость резания  $V$  при опытах следует принимать такими, чтобы после строгания заготовки получить сравнительно чистую поверхность. Это необходимо для обеспечения более точного измерения величину копирующейся погрешности после обработки обычно рекомендуется принимать не менее 4 мм. В этом случае неточность детали  $\Delta g$ . после обработки достаточно велико и может быть измерено индикатором с ценой деления 0,01 мм. Материалом заготовки обычно является сталь 45.

### ***Порядок выполнения работа.***

1. Проверить станок на холостом ходу.
2. Установить резец в резцедержатель.
3. Установить и закрепить заготовку в тисках.
4. Установить на станке необходимый режимы резания.

5. Произвести настройку станка в соответствии с указанием руководителя.

6. Обработать обе ступени  $t_1$  и  $t_2$  за один проход.

7. После обработки выключить станок и не снимая заготовку, непосредственно на столе станка следует измерить величину получившейся ступеньки.

Работа выполняется в 2-х вариантах предусматривающих крайних положений каретки суппорта по высоте - верхнее и нижнее.

### ***Список принадлежностей к лабораторной работе***

1. Режущий инструмент:

Резец прямой строгальный быстрорежущей стали Р 18 сечением 20x25

2. Вспомогательный инструмент:

Ключ № 5 = 10, 12, 14, 17, 19, 27, 30 З.

3. Станочное приспособление:

тиски, прихваты

4. Болты, гайки, шайбы

5. Мерительный инструмент:

индикатор на стойке, цена деления - 0,01 мм.,  
линейка l = 50см.

*Литература.*

1.А.П. Соколовский. Научные основы технологии  
магнаностроения Машгиз, 1955г.

2.П.Й.Ящертшн. Технологическая наследственность и  
эксплуатационные свойства шлифовальных деталей, Изд-  
во «Наука и техника», Минск, 1971 г.

3.В.А. Скраган. Жесткость металлорежущих станков и  
методы ее определения, Машгиз, 1953 г.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
<p>Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и</p>	<p>По лабораторной работе №8 «изучение копирования погрешности заготовки»</p>	
		<b>Индекс группы</b>

автоматизация машиностроительных производств»		
---	--	--

### Эскиз заготовки

Протокол №1.

Наименование модели	Инструменты		
		Режущий	Мерительный
Материал заготовки			
Режимы резания			

### Эскиз обработки заготовки

Протокол №2.

7Вид установки	Погрешность до обработки	Погрешность после обработки					
		1	2	3	4	5	6
		7	8	9	10	11	12
Верхнее положение каретки							
Нижнее положение							

каретки							
---------	--	--	--	--	--	--	--

График копирования погрешности заготовки

Выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

### «Определение контактно жесткости плоского стыка»

#### *Задание:*

- а) Определить величину контактных деформаций стыка 2-х необжатых образцов.
- б) Определить величину упругих деформация стыка предварительно обжатых образцов.

#### *Теоретическое обоснование.*

Величина упругих деформация металлорежущих станков в большей степени определяется жесткостью стыков.

При нагружении 2-х необжатых образцов наблюдаются пластические деформации поверхности.

Это приводит к тому, что после разгрузки остаются остаточные деформации. Для первого нагружения плоских стыков двух необжатых образцов А.П.Соколовским получена зависимость между нагрузкой и контактными деформациями образцов в виде:  $U=Cq^m$  где

$U$  - величина контактных деформаций стыки в МК

$Q$  - величина нагрузки в кг/см<sup>2</sup>

$m$  - постоянный показатель степени

$C$  - постоянный коэффициент зависящий в основном от материала контактирующих образцов и чистоты обработанной поверхности.

При многократных нагружениях, в отличие от 1-го нагружения, при котором микронеровности пластически деформировались, происходят в основном упругие деформации.

Для этих случаев получена зависимость  $U=Kq$

где:  $U$ - упругая деформация стыка в МК

$q$ - нагрузка в кг/см<sup>2</sup> (н/см<sup>2</sup>)

$K$ -коэффициент контактной деформации.

Так, как в 1-м случае степенная зависимость между нагрузкой контактными деформациями образцов, обработку опытных данных удобнее всего производить в системе логарифмических координат обладающих тем свойством, что степенная зависимость выражается в них

прямой

линией.

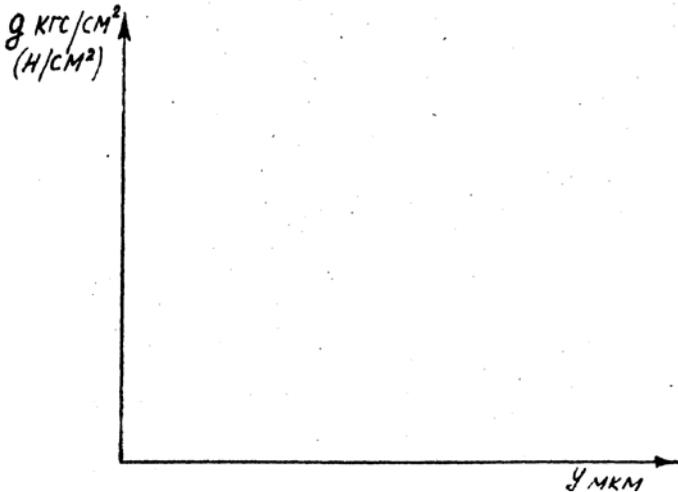
$$\text{Так } \lg Y = \lg C + \lg q$$

При откладывании перемещения по оси абсцисс, а нагрузки по оси ординат для увеличения точности результатов, необходимо масштаб

$$Mq = 0,5Mu, \text{ где}$$

$Mq$ - модуль логарифмической шкалы ординат.

$Mu$ - модуль логарифмической шкалы абсцисс.



При  $q = 1 \text{ кг/см}^2$  зависимость выразится в виде:

$$\lg Y_1 = \lg C.$$

Следовательно, постоянная  $C$  - есть величина  $Y$  с координатой  $q=1$ . Показатель определяется из равенства:

$$\lg Y_2 = \lg Y_1 + m \lg q_2 \text{ откуда:}$$

$$m = \frac{l_g y_2 - l_g y_1}{l_g q_2}$$

$y_2, q_2$  - деформация и нагрузка в произвольной точке графика,

$y_1$  - деформация при нагрузке  $q = 1 \text{ кг/см}^2$  ( $\text{н/см}^2$ ).

Контактные деформации стыков намеряются с помощью миниметров» расположенных под углом  $120^\circ$ .

Показаниями трех миниметров определяется деформация стыка как средняя арифметическая величина этих измерении.

### ***Порядок выполнения работы.***

Измерить образцы и рассчитать номинальную площадь контакта на образцах.

Измерить на двойном микроскопе чистоту поверхности

Установить и закрепить миниметры на верхнем образце

Установить образцы, нажимной стержень, шарик и динамометр в приспособлении для нагружения образцов

Отрегулировать положение миниметров так, чтобы был натяг 1-2 деления шкалы.

Нагружать контактирующие стыки постепенно возрастающей нагрузкой и фиксировать показания миниметров (табл. 1).

Произвести в обратном порядке нагрузку стыка

Не изменяя настройки, произвести 5 раз полное нагружение стыка.

Построить для 1-го нагружения диаграмму нагрузка-деформация в логарифмических координатах провести среднюю прямую

На основании полученной в логарифмических координатах прямой, определить показатель степени  $m$  и постоянную "С" в формуле

$$y=Cq^m$$

Построить диаграмму нагрузка-деформация для повторного нагружения, проведя среднюю прямую, определить коэффициент контактной деформации "К" в формуле  $y=Kq$

### *Литература:*

1. В.А.Скраган, И.О. Амосов» А.А.Смирнов. «Лабораторные работы по технологиям машиностроения». Ленинград, 1974г.

2. З.М. Левина, Д.Н. Решетов «Контактная жесткость машины» М.,1971г.

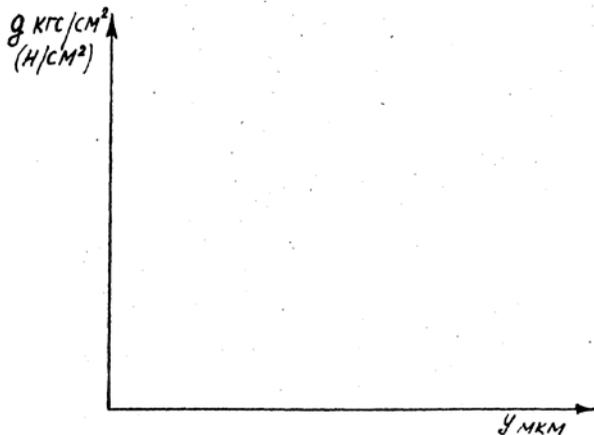
<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных	По лабораторной работе №9 «Определение контактной жесткости плоского станка»	
		<b>Индекс группы</b>

производств»

Эскиз образца

Установка для определения контактной жесткости.

Диаграмма нагрузка деформации.



Протокол №1.

Показания индикат.	Нагрузка $R_{кг}(м)$	Нагрузка				Разгрузка				
		Удельная	Показания 1	Показания 2	Показания 3	Среднее	Показания 1	Показания 2	Показания 3	Среднее

Выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10**

### **«Выбор схем базирования»**

#### ***Содержание работы***

Изучить возможные схемы базирования при обработке корпусных деталей и определить погрешности базирования.

#### ***Методические указания***

Технологический процесс обработки деталей машин может осуществляться по разным вариантам.

Выбор варианта технологического процесса должен исходить из необходимости обеспечения требования чертежа и технических условий, должен обеспечивать наибольшую производительность и минимальную себестоимость изготовления детали. Установление последовательности обработки деталей должно производиться одновременно с выбором базирующихся поверхностей.

Выбор технологических баз является весьма ответственным моментом в разработке технологического процесса изготовления детали, так как во многом предопределяет точность изготавливаемой детали и экономичность ее изготовления. Вместе с тем выбор схем базирования представляет собой сложную задачу, так как от ее решения зависит решение ряда частных задач в технологическом процессе изготовления детали?

Выбор схем базирования начинают с анализа функций, которые предписано выполнять поверхностям детали, ее служебным назначением и размерных связей, установленных между ее поверхностями изучая функции поверхностей и требования, предъявляемые к их относительному положению служебным назначением

детали, находят поверхности, относительно которых задано и наиболее строго лимитировано положение большинства других ее поверхностей. Для достижения с заданной точностью требуемых размерных связей поверхностей детали кратчайшим путем следует именно эти поверхности использовать в качестве технологических баз на большинстве операций технологического процесса, если только невозможно полностью обработать детали с одной установки.

При установке заготовок для обработки на станках следует различать:

а) обрабатываемые поверхности, подвергающиеся воздействию режущего инструмента.

б) поверхности, которыми ориентируют заготовку относительно установленного на размер инструмента при способе автоматического получения размеров;

в) поверхности, воспринимающие воздействие зажимных устройств;

г) поверхности, от которых производится измерение выдерживаемого размера;

д) свободные, т.е. не используемые при данной установке поверхности.

Точность выдерживаемого размера при обработке зависит от количества установочных поверхностей, которое строго регламентируется; недостаток или

избыток их приводит к нарушению точности установки. Известно, что для полного определения положения твердого тела в пространстве необходимо лишать его шести степеней свободы: трех поступательных перемещений вдоль осей координат и трех вращений вокруг указанных осей. В соответствии с положениями теоретической механики для ориентировки призматического тела в пространстве необходимо соединить его нижнюю поверхность (главную базирующую поверхность) тремя удерживающими жесткими (двусторонними) связями 1,2,3 с плоскостью  $XOY$  прямоугольной системы координат (рис. 1).

В результате этого призматическое тело лишается трех степеней свободы, в частности, оно теряет возможность перемещаться вдоль оси и вращаться вокруг осей  $x$  и  $y$ . Для лишения тела еще двух степеней свободы, т.е. лишения возможности перемещения вдоль оси  $X$  и вращения вокруг оси необходимо связать его боковую поверхность (направляющую базирующую поверхность) удерживающими связями 4 и 5 с плоскостью  $YOZ$ . Для полного закрепления тела в пространстве необходимо лишить его шестой степени свободы - возможности перемещения вдоль оси  $Y$ , для чего следует соединить торцевую поверхность (упорную базирующую поверхность) одной жесткой

удерживающей связью (б) с ХО. В соответствии с положением о шести степенях свободы и шести удерживающих связях необходимых для ориентировки твердого тела в пространстве, конструкторы и технологи обычно руководствуются в своей работе правилом шести точек в приспособлении или в механизме необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, расположенных определенным образом на поверхностях данной детали. При выборе установочной базы необходимо придерживаться следующих правил:

1. Грубые заготовки (литные или штампованные) устанавливаются по черновой базе, которую после первой операции заменяют чистой. При обработке кругом за черновую базу принимают те поверхности где меньше припуск.

2. Базирование обработанных заготовок осуществляют по наиболее точно обработанным поверхностям.

3. В целях повышения точности обработки следует стремиться к тому чтобы установочная (технологическая) база совпадала с конструкторской (принцип совмещения баз).

4. Выбранные один раз базовые поверхности следует использовать и на последующих операциях, т.е. придерживаться принципа единства баз.

5. Базовые поверхности должны выбираться с таким расчетом, чтобы деформация детали от усилий зажима и резания при обработке были наименьшими. На практике при изготовлении корпусных деталей наиболее часто применяют два способа базирования: по трем плоскостям, образующим координатный угол;

по плоскости и двум отверстиям, обработанным по 2-му классу точности с посадкой на установленные пальцы приспособления

Погрешности базирования определяются по методике /2/ стр. 41-52.

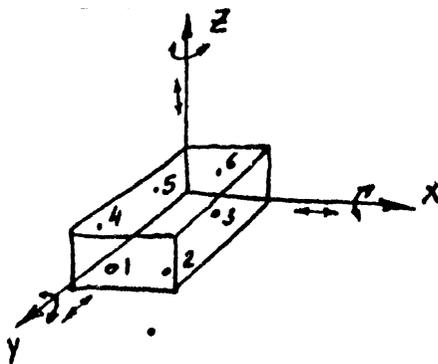


Рис. 1. Ориентировка призматического тела в пространстве.

### *Порядок выполнения работы*

При проектировании операции необходимо решать вопрос, какие поверхности будут обрабатываться и от какой базы.

При выполнении данной работы преподаватель задает, либо в отдельных случаях поручает студенту выбрать маршрутный технологический процесс обработки детали на какую операцию необходимо разработать схему базирования.

Для корпусных деталей предпочтительно задавать выбор схемы базирования для I и 2 операции.

В этом случае студент должен наметить весь маршрут. Студент должен предложить несколько вариантов схем базирования для заданной операции и назначить необходимое и достаточное количество опорных точек и место их расположения.

Необходимо дать описание каждой схемы и указать ее достоинства и недостатки. На стенде необходимо расположить опорные точки в соответствии с предложенной студентом схемой, проверить правильность схемы путем установки на выбранные точки реальной детали. Если предложенная схема не дает возможности установить на допущенные ошибки, после чего студент должен изменить схему базирования, внести необходимые коррективы и вновь проверить на стенде правильность принятой схемы.

***Для выполнения работы необходимо проделать следующее:***

1. Изучать чертеж корпусной детали.
2. Назначить операцию.
3. Выбрать схему базирования для выполнения намеченной операции\*
4. Установить деталь на стенд • проверить правильность выбора схем базирования.
5. Определить погрешности базирования для выбранной схемы базирования.
6. Сделать выводы.

***Оборудования и наглядные пособия:***

1. Чертежи корпусных деталей.
2. Образцы корпусных деталей.
3. Стенд для имитаций схем базирования.

***Литература***

1. Балакпн Б.С. Основы технологии машиностроения. И., 1969 год
2. Основы технологии машиностроения (под. ред. Корсакова В.С. М., 1977г.
3. Наталия А.А. Технология механической обработки Ленинград машиностроение, 1977.



<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	По лабораторной работе №10 «Выбор схем базирования»	
		<b>Индекс группы</b>

Эскиз установки  
на 1 операцию

Эскиз установки на  
2 операцию

Эскиз установки  
на 3 операцию

Эскиз установки  
на 4 операцию

Выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

### «Определение жесткости токарного станка»

#### *Цель работы:*

Определение жесткости токарного станка

а) в статическом состоянии

б) в динамическом состоянии

Под влиянием усилия, возникающих в процессе обработки деталей упругая технологическая система станок-приспособление - инструмент - деталь деформируется.

Суммарная деформация технологической системы образуется из деформация деталей, контактных деформация стыковых поверхностей,, деформаций соединительных деталей (клинья, прокладки, болты и т.п.), поворотов деталей и узлов под влиянием внецентренной нагрузки к момент действующих сил.

Способность упругой систем оказывать сопротивление действию сил стремящихся ее деформировать называется жесткость.

Упругие деформации технологической системы влияют на производительность и точность обработки.

Погрешности обработки, обусловленные упругими деформациями, могут составлять 80% от суммарной погрешности. Вследствие этого жесткость системы влияет на производительность обработки на станках.

Доминирующее влияние на точность обработки оказывает перемещение в направлении нормали и обработанной поверхности. Поэтому в технологии машиностроения жесткостью системы СПИД принято называть отношение составляющей силы резания, направленной по нормам к обработанной поверхности к смещению лезвия инструмента относительно детали, отсчитываемому в том же направлении.

Жесткость для любой нагрузки можно определить как

$$j = \frac{dPy}{dy}$$

Средняя жесткость в диапазоне нагрузок 0- $P_{max}$  часто определяют как

$$j = \frac{Py}{dy}$$

Эксперименты показывают, что на перемещения в направлении нормали к обработанной поверхности (  $y$  ) оказывают так же влияние заставляющие усилия резания  $P_z$  и  $P_x$ .

Поэтому при определении жесткости нагружение технологической системы необходимо производить силой эквивалентной суммарной силе резания.

Для упрощения расчетов введено понятие податливости. Податливостью ( $\omega$ ) называется величина, обратная жесткости выраженная в мкм/кг

$$\omega = \frac{1000}{j}$$

В технической литературе неоднократно указывалась, жесткость станков существенно влияет не только на точность обработки, но и на качестве долговечности работы механизмов и машин. Жесткость влияет на качество поверхности и виброустойчивость технологической системы.

Значение жесткости каждого из звеньев или всей технологической системы определяется, как правило, экспериментальным путем.

Получившее большое развитие в послевоенные годы изучение жесткости станков вошло по двум путям:

по пути изучения жесткости станков и по пути изучения жесткости систем в целом.

Изучение жесткости станков дало возможность использовать результаты исследований при расчетах станков.

Изучение жесткости технологической систем и жесткости отдельных узлов ставили перед собой целью получение исходных материалов для нормирования качества ноша стансов и получения данных для расчетов точности обработки»

Получили распространение два метода определения жесткости:

а) нагруженном станков в статическом состояний специальными устройствами (приборы К.В. Вотинава, А.П. Соколовского и др.) снабженными динамометрами, и одновременным измерением перемещений характерных точек системы;

б) резанием специальных образцов в стандартных условиях с определением величин упругих отжатий по изменениям размера детали против расчетного, а величины силы - путем расчета по усредненным формулам.

К этим методам относится производственный метод определения жесткости разработанный В.А. Скраганым на кафедре технология машиностроения ЛПИ им. М.И.Калинина. Он основан на том, что при обработке заготовки с неравномерным припуском (переменная глубина резания), форма заготовки копируется на обработанной детали.

Степень копирования тем больше, чем меньше жесткость станка. Оба этих метода не лишены недостатков. Исследования показали, что отжатня при приложении статической нагрузки на неработающем станке не соответствуют отжатиям, возникающим при нагружении станков в процессе резания. Толчки вибрации и удары, возникающие при работе станка, локализуют влияние сил трения в станках, поэтому фактические отжатия при работе станка отличаются от деформации, фиксируемых статическим методом.

Метод определения жесткости резанием зачастую приводит к значительным разбросам результатов, так как весьма трудно стабилизировать условия испытаний, проводимых на разных заводах, разными людьми. Неизбежны расхождения в углах заточки инструмента и степени затупления резцов, твердости и свойствах материала заготовок и неточностей их формы погрешности установки резца и др. На кафедре «Технологии машиностроения» ТашГТУ Фикс-Марголиным Г.Б. разработан новый метод определения жесткости станков, в известной мере свободный от вышеуказанных недостатков. Он заключается в записи нагрузочно-разгрузочных характеристик жесткостей.

Нагрузочно-разгрузочной (Н-Р) кривой жесткости называется график зависимости отжатий от усилия,

непрерывно изменяющегося за цикл нагружения - разгружения по заранее заданной закону, зарегистрированный за один оборот шпинделя или двойной ход стола (ползуна) станка.

Некоторые из записанных Н-Р кривой токарных станков приведенными на рис. 9.[1].

Нагрузочно-разгрузочные характеристики жесткости представляют собой образ, несущий большую информацию о состоянии исследуемого объекта.

Этим объектом может быть отдельный стык, узел или система в целом.

Возможны два пути исследования информации содержащейся в Н-Р характеристиках.

Первый путь – это определение оператором по отдельным признакам Н-Р характеристик и путем сравнения с типовыми кривыми, скрытой в них информации. Работа эта аналогична расшифровке электрокардиограмм.

Второй путь - это анализ Н-Р характеристик электронно-вычислительными машинами, распознающими образцы и выдающими не- . посредственную команду исполнительным органам (например: смена режима) и составляющей информацию для руководящего состава, анализирующего состояния средств производства.

Нагрузочно-разгрузочные характеристики могут быть использованы в следующих случаях:

- при оценке качества новых станков;
- при периодическом контроле текущего состояния эксплуатируемых станков, выявлении необходимости регулировки или ремонта;
- при оценке качества ремонта или регулировки станков;
- при определении пригодности станка для выполнения определенной работы, т.е. для получения технологических характеристик станка;
- с целью получения исходных сведений для расчета режимов резания на ЭВМ;
- для прогнозирования ожидаемой точности обработки;
- для диагностики станка и отдельных узлов его;
- при сопоставлении состояния станков на разных заводах, цехах, отраслях промышленности;
- для прогнозирования виброустойчивости.

Преподаватель знакомит студентов с прибором для записи Н-Р характеристик и вместе с ними записывает Н-Р характеристики при разной регулировке узлов станка.

### ***Оборудование***

1. Токарно-винторезный станок 1К62.

2. Прибор ТашГТУ для определения жесткости токарных станков .

Усилие нагрузки от прибора  $P_1 = 400$  кг, и  $P_2 = 250$  кг. Для определения жесткости металлорежущих станков применяются 3 метода:

1. Определение жесткости в статическом состоянии.

2. Определение жесткости в динамическом состоянии,

3. Определение жесткости в условиях колебаний.

Для второго метода применяются два вида определения жесткости:

1-я при резании

2-й нагружение системы посредством другого элемента, когда между заготовкой и узлом, несущим инструмент, помещается упругий элемент, который через ролик контактирует с заготовкой. Заготовку имитирует стационарная оправка.

Испытания можно проводить как при вращающемся шпинделе и неподвижном суппорте так и при вращающемся шпинделе и перемещающемся суппорте.

Кроме этого прибор позволяет определить жесткость токарного станка в статическом состоянии и построить диаграмму нагрузка-перемещение.

Схема установки для определения жесткости токарного станка методом ТашГТУ. Рис.6 [1].

***Порядок выполнения:***

1. Установить длительный диск на шпиндель станка.
2. Установить оправку на центры станка.
3. Установить прибор в резцедержатель.

***Определение жесткости стайка в статическом состоянии.***

1. Нагрузить систему в статическом состоянии  $P_1=400$  кг,  $P_2=250$ кг

2. Поворачивая шпиндель через шкив (в ручную) на одно деление диска, последовательно записать показания индикатора.

3. Произвести разгрузку станка в такой же последовательности.

***Записать показания индикатора***

4. Определить жесткость

$$I = P / y \text{ кг/мм}$$

5. Построить диаграмму нагрузка - перемещение.

6. Выводы

***Литература:***

1. Фикс-Марголин Г.Б. Оценка качества станков по характеристикам жесткости. «Фан». 1976 г.

2. Соколовский А.П. Научные основы технологии машиностроения. П., 1955 г.

3. В.А. Скраган Жесткость металлорежущих станков и методы ее определения, Машгиз, 1953г.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	По лабораторной работе№11 «Определение жесткости токарного станка»	
		<b>Индекс группы</b>

Схема установки:

1. Определение жесткости токарного станка в статическом состоянии.

Протокол №1.

Положение диска		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Показание индикатора	Нагружение												
	Разгружение												

Диаграмма нагрузка-перемещение:

2. Определение жесткости токарного станка в динамическом состоянии.

Протокол №2.

Положение диска		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Показание индикатора	Нагружение												
	Разгружение												

Динамическая нагрузка – перемещение:

Расчет жесткости станка:

В статическом состоянии:

В динамическом состоянии:

Выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

### «Анализ технологических схем сборки»

#### *Цель работы*

1. Разработка и анализ вариантов технологией схем сборки.

2. Оборудование и наглядные пособия:

а) Общий вид узла (рабочий чертеж) и технические требования.

б) Узел выполненный в металле.

в) Комплект слесарно-сборочного инструмента.

3. Теоретическая часть

Перед разработкой технологического процесса, для удобства установления правильной последовательности сборки машины составляют технологические схемы сборки.

Известно несколько принципов построения схем сборки.

Наибольшей наглядностью и более простой и удобной является схема предложенная проф. Кованым В.М.

Каждый сборочный элемент (узел, подузел, деталь) обозначают прямоугольником, разделенным на три клетки. Размер прямоугольника и клеток для всех сборочных элементов одинаков. В клетки вписывается наименование детали, номер детали, количество на сборку (см. рис. 1).

Пример:

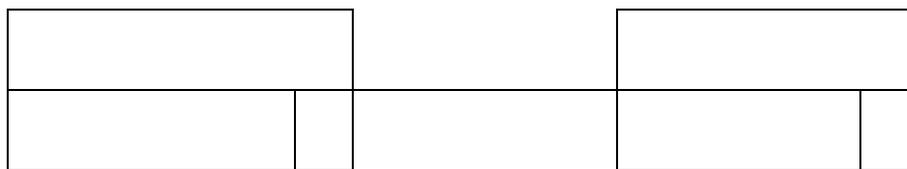
Наименование	
Номер детали	Количество

Шайба	
001301	2

*Рис.1*

Элемент с которого начинается сборка называется базовым элементом. Базовым элементом может быть деталь или узел (соединение).

Для составления схемы сборки на лист бумаги наносится отрезок прямой линии (длина отрезка зависит от количества сборочных элементов). На концах отрезка наносятся прямоугольники как показано на рис.2.



*Рис.2*

Базовая деталь

Изделие в сборе

С левой стороны прямоугольник - базовый элемент.

С правой стороны прямоугольник - изделие в сборке.

Далее прямоугольники располагаются на схеме в том порядке - в каком должна производиться сборка.

Одиночные детали наносятся сверху узла, а соединения сазу. Пример технологической схемы сборки показаны на рис. 3.

При составлении схемы сборки удобно узел делить на группы и подгруппы. Группой называют узел, входящий непосредственно в изделие.

Подгруппой называют узел входящий в изделие в составе группы. Различают группы различных порядков - (смотри пример –рис. 3).

В зависимости от сложности изделия схема сборки может составляться с большой или меньшей степенью укрупненности.

Укрупненная схема показывает связь между узлами и деталями входящими непосредственно в изделие. В этом случае для сборки узлов составляются отдельные схемы.

Иногда технологическая схема снабжается надписями указаниями: смазать суриком, набить солидолом, развальцевать и др.

Технологические схемы сборки значительно упрощают разработку технологического процесса.

При составлении схемы сбор обнаруживаются различные неувязки, усложняющие процесс сборки обнаруживаются ошибки.

Технологическая схема позволяет до разработки технологического процесса рационально расчленить машину на узлы, что помогает обеспечить их независимую сборку.

Схемы сборки могут быть использованы для анализа размерных цепей, а также для оценки технологичности конструкции.

### ***Последовательность выполнения работы:***

- а) Изучить чертежи узла и технические требования.

- б) Предварительно выделить узлы и подузлы.
- в) Нанести на лист бумаги базовую деталь и узел в сборе (см. рис.2).
- г) Составить первый вариант схемы сборки.
- д) Проверить правильность предложенного варианта на стенде.
- е) Составить утолненный вариант схемы сборки.
- ж) Сделать выводы.

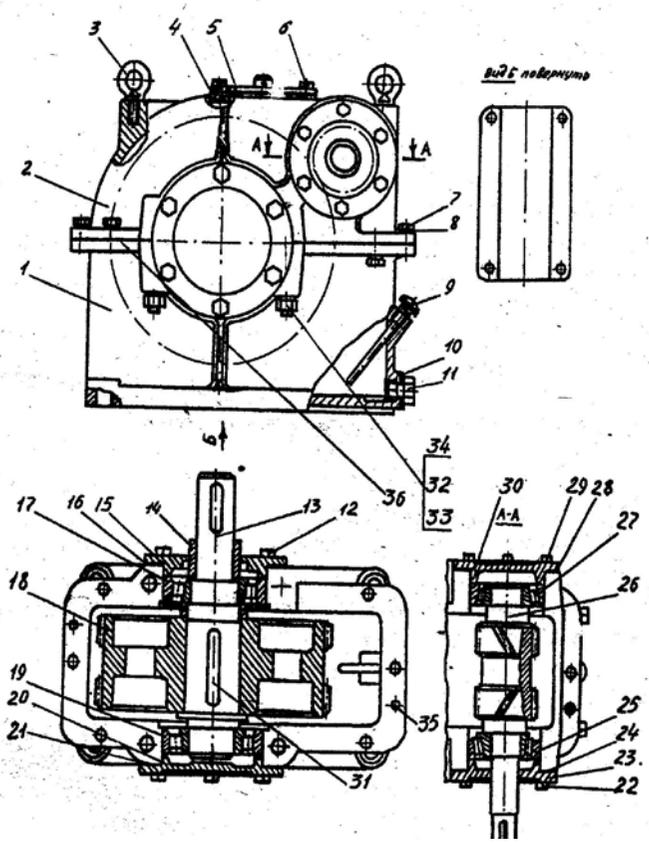
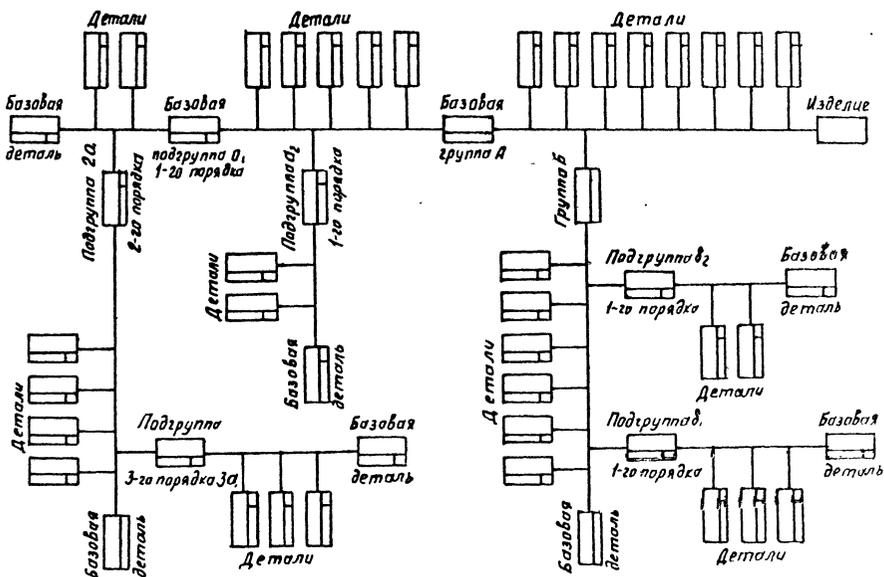


Рис. 0



**Рис. 3.**

**Схема расчленения изделия на элементы.**

### **Методика выполнения работы**

На лабораторную работу студент приходит имея 2-3 листа миллиметровой бумаги формата - 12.

После ознакомления с теоретической частью студенту выдается общий вид узла, на который нужно составить технологическую схему сборки, на подгруппу 3-5 человек может быть выдан один чертеж. Каждый студент в подгруппе самостоятельно составляет первый вариант схемы сборки,

После выполнения всеми студентами подгруппы первого варианта подгруппа переходит к проверке правильности вариантов.

Проверка правильности вариантов выполняется на сборочном стенде.

Для проверки правильности вариантой необходимо:

- а) Разобрать узел на сборочные элементы.
- б) Уточнить последовательность сборки подузлов.
- в) Уточнить последовательность сборки узла.
- г) Собрать узел.

Учитывая замечание ошибки первого варианта, студент составляет окончательный вариант технологической схемы сборки.

Узел:

- 1.Базовая деталь -
- 2.Общее количество сборочных единиц:
- 3.Количество подгрупп 1-го порядка -
- 4.Количество подгрупп 2-го порядка -
- 5.Количество единичных деталей –
- 6.Количество крепежных деталей -  
(Болты, винты, гайки, шайбы).
- 7.Замечания по технологичности узла -

***Литература:***

1. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. М., 1962.

2. Корсаков В.С. Основы технологии машиностроения. М., 1974 г.

<b>ТГТУ</b>	<b>ОТЧЕТ</b>	<b>Факультет</b>
Лаборатория кафедры «Технология машиностроения, оборудования и автоматизация машиностроительных производств»	По лабораторной работе№12 «Анализ технологических схем сборки»	
		<b>Индекс группы</b>

Основное требование к собираемому механизму

Технологическая схема общей сборки механизма

Анализ и выводы:

Дата	Работу выполнил	Подпись	Дата	Работу принял	Подпись

Тип.ТашГТУ  
№