

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка лабораторной работы: «Использование базовых
поверхностей при восстановлении деталей автомобилей»

Студент

Д.Е. Ниретин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А. Гудкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора - директор
института машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация
автомобилей»

(наименование кафедры полностью)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель ректора - директор института
машиностроения

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 8 » февраля 20 17 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Ниретин Дмитрий Евгеньевич

1. Тема Разработка лабораторной работы «Использование базовых
поверхностей при восстановлении деталей автомобиля»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной
работы 26 – 27 июня, согласно утвержденному графику защиты ВКР
на 2016 – 2017 уч. год

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Учебный план
по направлению подготовки 23.03.03 , внутренние требования ТГУ по содержа-
нию лабораторной работы, видео курс

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих
разработке вопросов, разделов)

Аннотация

Содержание

Введение

1) Разработка лабораторной работы «Использование базовых поверхностей

при восстановлении деталей автомобиля»

2) Разработка технологического процесса «Базирование блока цилиндров»

3) Безопасность и экологичность технического объекта

Заключение

Список используемых источников

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Презентационный материал – 15 слайдов

Видеоролик: Базирование блока цилиндров – 5 мин

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

технического объекта

(ученая степень, звание, И.О., фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

д.т.н., профессор А.Г. Егоров

(ученая степень, звание, И.О., фамилия)

(личная подпись)

7. Дата выдачи задания

« 9 » февраля

20 17 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

В.А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Д.Е. Ниретин

(И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»
(наименование кафедры полностью)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель ректора - директор института
машиностроения

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 8 » февраля 20 17 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения бакалаврской работы

Студента Ниретин Дмитрий Евгеньевич

по теме Разработка лабораторной работы «Использование базовых
поверхностей при восстановлении деталей автомобилей»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактически й срок выполнения раздела	Отметка о выполнении и	Подпись руководителя
1. Разработка лабораторной работы	05.05.2017			
2. Разработка технологического процесса	20.05.17			
3. Безопасность и экологичность технического объекта	01.06.2017			
4. Оформление и доработка пояснительной записки и листов графической части с учетом замечаний, полученных во время предварительной защиты	06.06.17			

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

В.А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Д.Е. Ниретин

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Тема данной выпускной квалификационной работы: «Разработка лабораторной работы: «Использование базовых поверхностей при восстановлении деталей автомобилей».

Выпускная квалификационная работа включает в себя три раздела. В первом разделе разработаны методические указания к лабораторной работе для студентов по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», по использованию базовых поверхностей при восстановлении деталей автомобиля. Разработаны задания по базированию плоскостей в виде квадратной (прямоугольной) пластины для изготовления круглой детали и базированию блока цилиндров при его расточке. Во втором разделе разработан технологический процесс базирования блока цилиндра. В третьем разделе определены вредные и опасные факторы при эксплуатации токарно-винторезных станков, предложены мероприятия по их устранению или снижению влияния на здоровье человека.

ABSTRACT

The graduation work deals with «Development of laboratory work: «With use of base surfaces for renewal cars' details ». This graduation work is devoted to principles of basing details, their settings on processing machine-tools, allowing to produce treatment in accordance with the requirements of designer documents.

The goal of this thesis is to develop a task to determine the influence of the inflexibility by fixing of detail in a lathe-screw-cutting machine-tool on the error in their making. The second part of my thesis is focused on developing of technological process of boring cylinder's block.

Then we studied determination of harmful and dangerous factors during exploitation of lathe-screw-cutting machine-tools, suggestion of measures on their removal or decline of their influence on a health of man.

The aim of the work is development of laboratory work for students: «With use of base surfaces for renewal cars' details».

We start with the statement of the problem and then logically pass over to its possible solutions. At first we discuss types of bases and their elements. There are obvious bases, and hidden bases. We also examine the possibility of creating the artificial basing for the hidden bases.

We examine creation of point connection with a sending base, what details can be used as basing points. The special part of the project gives details about setting, centration and treatment of details through a lathe-screw-cutting machine-tool.

Finally, we present the rules of accident prevention during work on a machine-tool. It can be concluded that this graduation work can serve as the methodical pointing for implementation of laboratory work for students, studying which they will be able to execute a task, offered in it with lightness.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Разработка лабораторной работы «Использование базовых поверхностей при восстановлении деталей автомобилей».....	9
1.1 Цель и задачи работы.....	9
1.2 Используемое оборудование.....	9
1.3 Общие сведения.....	9
1.3.1 Базы и комплекты баз.....	9
1.3.2 Базирование и точение с подвижным люнетом.....	33
2 Разработка технологического процесса базирования блока цилиндров при расточке.....	46
3 Безопасность и экологичность технического объекта.....	48
3.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	48
3.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	48
3.3 Методы и средства воздействия опасных и вредных производственных факторов.....	49
3.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого объекта.....	50
3.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	52
4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
5 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Для правильной работы каждой машины необходимо обеспечить определенное взаимное расположение ее деталей и узлов.

При обработке деталей на станках, заготовки также должны быть правильно ориентированы относительно механизмов и узлов станков, определяющих траектории движения подачи обрабатывающих инструментов (направляющих суппортов, фрезерных и резцовых головок, упоров). Погрешности формы и размеров обработанных заготовок определяются отклонениями положений режущих кромок и заготовок от траектории заданного формообразующего движения. Задачи взаимной ориентировки деталей и сборочных единиц в машинах при их сборке и заготовок на станках при изготовлении деталей решаются их базированием.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка лабораторной работы для студентов, изучив которую они смогут выполнить задание, позволяющие закрепить теоретические знания, приобрести определенные умения и навыки.

1. Разработка лабораторной работы «Использование базовых поверхностей при восстановлении деталей автомобилей».

1.1 Цель работы: изучить принципы базирования деталей, приобрести навыки их установки на обрабатывающие станки, позволяющие производить обработку, обеспечивая требования конструкторской документации.

1.2 Используемое оборудование: при выполнении лабораторной работы используется токарно-винторезный станок 6б16кв (рисунок 1), набор резцов, люнет, длинномерный прутки и вертикальный расточной станок



Рисунок 1 - Универсальный токарно-винторезный станок 6б16кв

1.3 Общие сведения

1.3.1 Базы и комплекты баз

Для правильного изготовления деталей необходимо понимать принципы их базирования.

Базирование - это придание заготовке требуемого положения относительно системы координат. База - это поверхность, либо сочетание поверхностей (ось, точка, принадлежащая заготовке и используемая для базирования). Для базирования детали требуется несколько баз, образующих

систему координат. Совокупность трех баз называют комплектом баз. По характеру проявления базы подразделяются на явные и скрытые.

Явные базы находятся на реальных, наружных или внутренних поверхностях деталей. Элементы скрытых баз - воображаемые. Ими могут быть центры радиусов и отверстий, оси симметрий и вращения (рисунок 1).

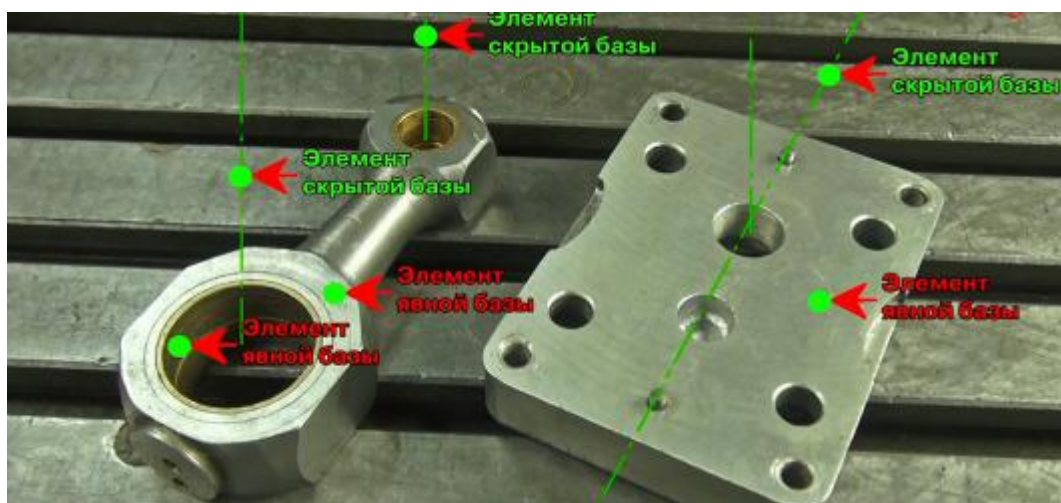


Рисунок 1- Элементы скрытых баз

Скрытые базы выставляются по направлению подач или соединяются с базирующими также, как и явные (рисунок 2), но только не напрямую, а через реальные точки поверхности связанного с ними элемента деталей.

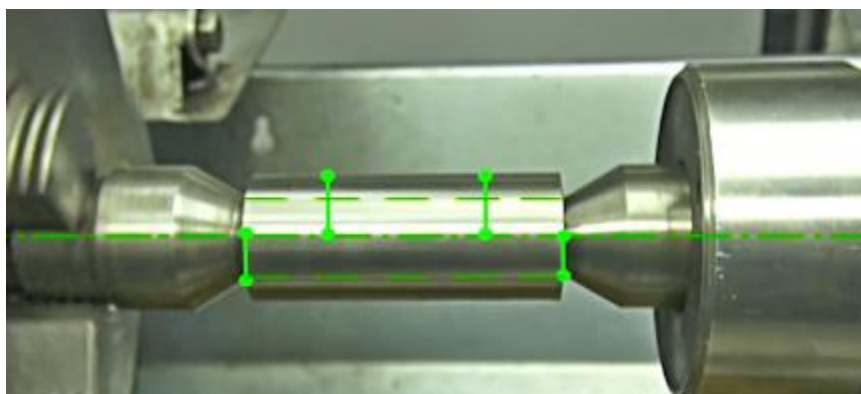


Рисунок 2 - Выставление скрытых баз по направлению подач

Скрытые базы могут воспроизводиться базами, которые называются - искусственными. Самыми применяемыми в качестве искусственных баз являются центровые отверстия валов, которые воспроизводятся в точке осей тел вращения. Искусственные базы создаются также с помощью технологических деталей, которые постоянно или на период обработки сопрягаются с элементами деталей, преобразуя из скрытых баз в явные (рисунок 3).



Рисунок 3- Создание искусственной базы с помощью технологической детали.

Допустим, что за установочную базу шатуна требуется использовать оси его отверстий, которые лежат на одной плоскости. Искусственные базы создадут два вала, сопряженные с отверстиями шатуна по без зазорной переходной посадке. Таким образом, линии на наружных поверхностях валов воспроизведут оси отверстий, а разница в радиусах валов, корректируется мерной опорой под меньший радиус (рисунок 4).

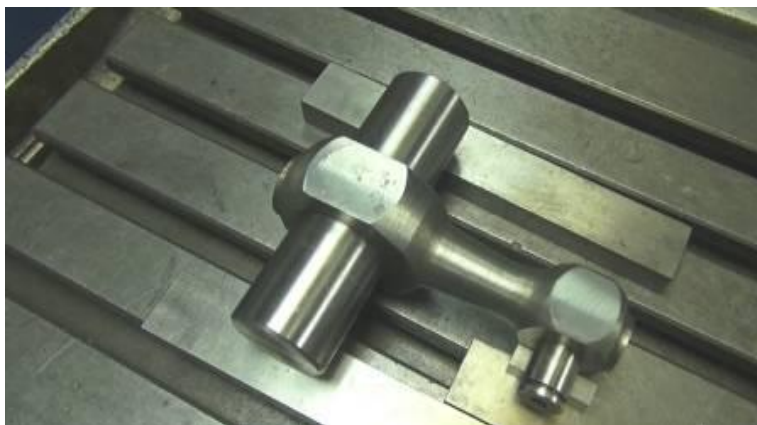


Рисунок 4- Создание искусственной базы с помощью двух валов

База, две точки которой приводит поверхность деталей к параллельности с направлением подачи, называется направляющей. Явные точки направляющей базы, как и линии между ними могут располагаться на наружных и внутренних поверхностях деталей. На цилиндрических деталях направляющая база геометрически связана с их скрытой базой - осью вращения. На одной направляющей базе осуществимо базирование только цилиндрических деталей (рисунок 5).



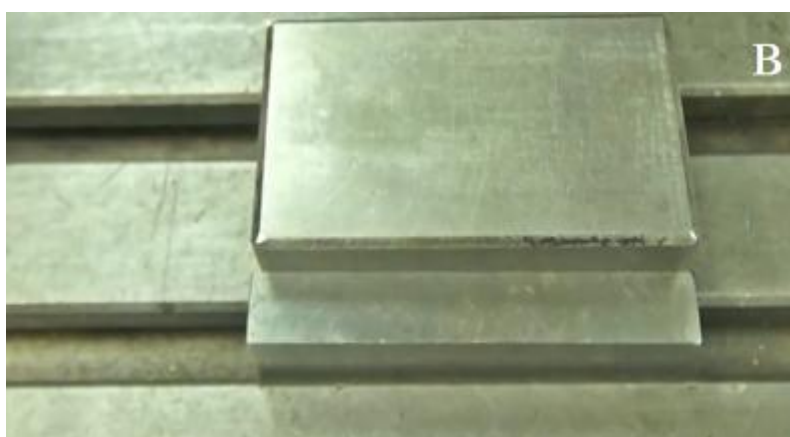
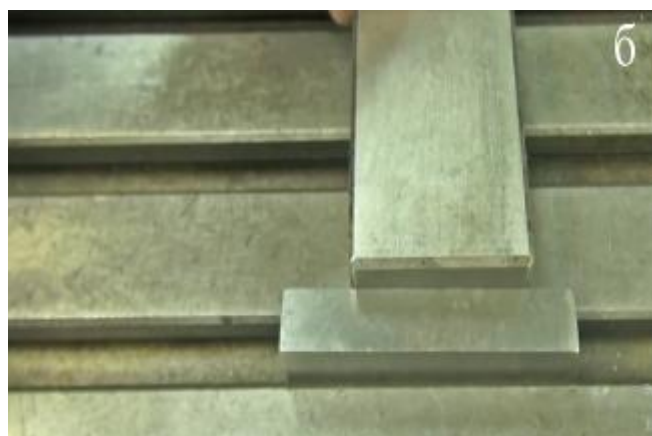
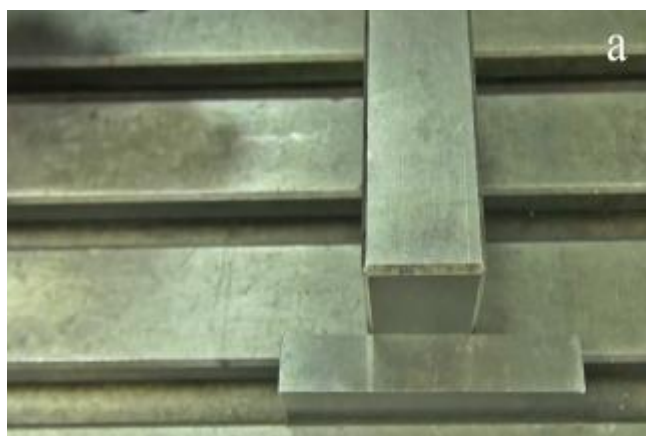
Рисунок 5- Пример направляющей базы

За направляющую базу деталей желательно использовать поверхность, которая согласно чертежа является измерительной базой, то есть от которой указаны размеры (рисунок 6). Привязка к базе прочих размеров, в обоснованных случаях и при соблюдении ряда условий, также возможна.



Рисунок 6- Измерительная база

Подобно установочной базе, у направляющей тоже есть качество, которое называется устойчивостью (рисунок 7). Устойчивость зависит от расстояния между точками направляющей базы и поэтому для нее используется поверхность деталей большей длиной.



а - малая устойчивость, б – средняя устойчивость, в- высокая устойчивость

Рисунок 7- Устойчивость призмы направляющей базы

Установить деталь, направляющая база которая будет параллельна с направлением соответствующей подачи, можно через базирующую поверхность рабочего стола или приспособления (рисунок 8).



Рисунок 8- Пример направляющей базы

На рабочем столе, таковыми являются пазы, которые конструктивно параллельны направлению подачи. Если конфигурация и параметры детали позволяют, то соединение с пазом делается непосредственно (рисунок 9).



Рисунок 9- Соединение детали с пазом стола

Для получения базирующей линии, параллельной направлению подачи необходимо установить в пазы стола плоскопараллельную призму по плотной посадке, часть которой выступает над столом. Соединенная с ней направляющая база становится параллельной направлению подачи (рисунок 10).



Рисунок 10- Получение базирующей линии с помощью плоскопараллельной призмы

Если конфигурация деталей требует точечного соединения с направляющей базой, в качестве базирующих точек можно использовать ступенчатые втулки (рисунок 11), которые плотно сопрягаются с пазом стола и через гайку в нем фиксируются винтом.



Рисунок 11- Ступенчатые втулки используются в качестве базирующих точек

Выступающие над плоскостью стола большие и одинаковые диаметры втулок создают базирующие точки, линии между которыми параллельны

направлению подачи также, как и любой из выбранных пазов стола (рисунок 12).

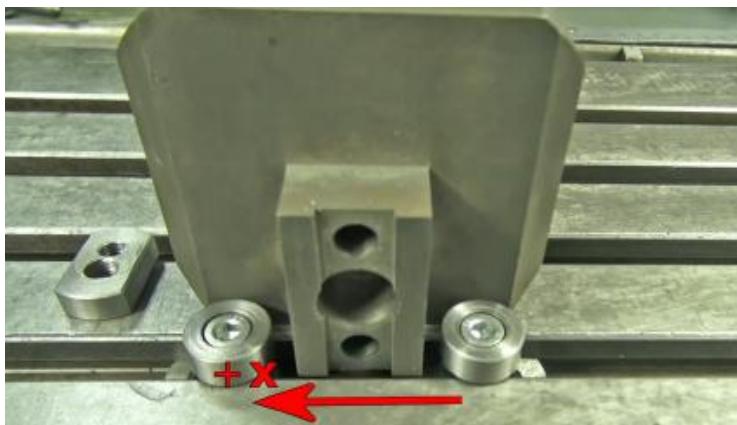


Рисунок 12- Базирующие точки создаются с помощью втулок

Для базирования так же применяются регулируемые односточечные упоры. Они закрепляются на стандартных болтах от прихватов. За счет проставных колец и втулок с различными высотами базирующие точки могут создаваться на требуемом удалении от плоскости рабочего стола или приспособления (рисунок 13).



Рисунок 13- Базирующие точки создаются с помощью втулок

Линию между базирующими точками упоров можно выставить параллельно направлению выбранной подачи с помощью плоскопараллельной призмы (рисунок 14).

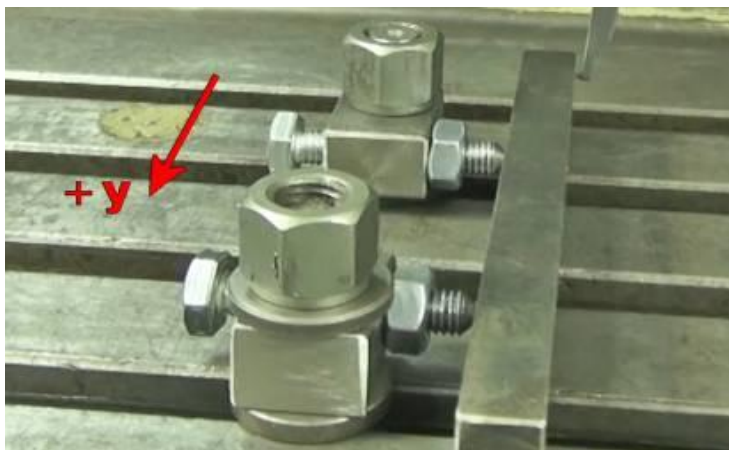


Рисунок 14- Выставление линии между базирующими точками, с помощью плоскопараллельной призмы

Призма плотно прижимается к базирующим точкам упоров и установочной базы. Ножка индикатора ставится против первого закрепленного упора. Показания шкалы зануляются (рисунок 15 а), после чего следует перемещение ножки индикатора ко второму упору (рисунок 15 б). Поддерживая рукой плотный контакт призмы с базирующими точками и контакт установочной базы, вращение второго винта надо подать призму к положению, при котором показания шкалы индикатора станут нулевыми (рисунок 15 в). После зажима контргайки винта и проверки результата призма убирается и ее место могут занимать базлируемые детали.

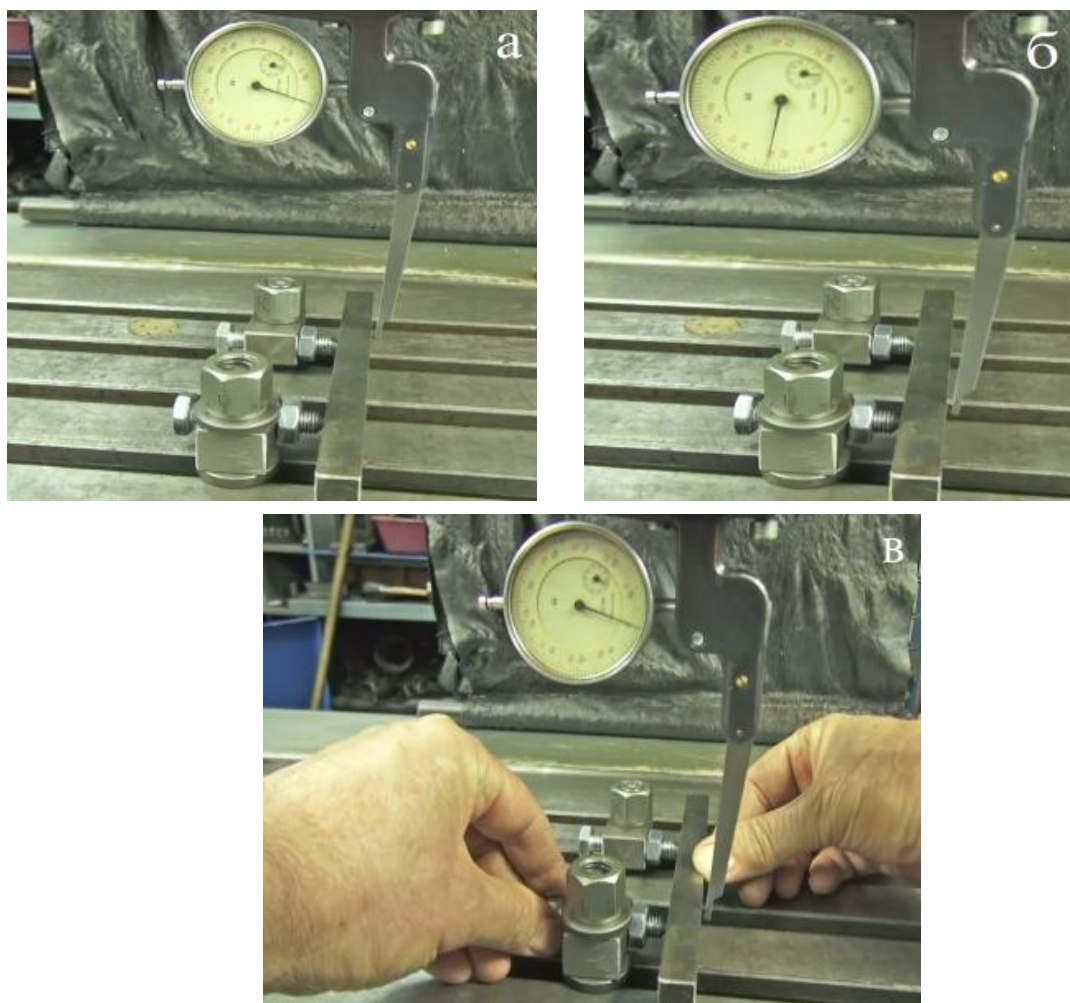


Рисунок 15- Базирование призмы

Установку по направляющей базе как деталей, так и приспособлений можно выполнить без регулируемых упоров. Базирующие приспособления в этом случае, выставляются параллельно направлению подачи. Приспособление прижимается к плоскости стола двумя прихватами, первый из которых зажимается сильнее, а другой слабее. Напротив первой точки (рисунок 16) на поверхности направляющие базы детали ставится ножка индикатора, показания шкалы которого зануляются (рисунок 17 а). Перемещая индикатор, размеренными ударами подвигаем не поджатый конец детали в нужную сторону (показания индикатора должны быть равны нулю) (рисунок 17 б).



Рисунок 16- Первая точка, напротив которой ставится индикатор



Рисунок 17- Установка детали по направляющей базе способом ударных подвижек

Одинаковые показания шкалы индикатора на обоих концах или точках к направляющим базы будут положительным результатом наших действий. После окончательного закрепления приспособления делается последний контрольный прогон с индикацией положения базы.

Если необходимо использовать направляющую базу, устойчивость которой недостаточно, ее можно увеличить с помощью регулируемой упорной точки (рисунок 18), которая подводится к поверхности детали на отдаление от действующей базы. При подведение дополнительной точки, важно не нарушить контакт точек у настоящей направляющей базы.



Рисунок 18 - Увеличение устойчивости с помощью регулируемой упорной точки

Управляющая база может иметь скрытый характер проявления если ее точка находится на осях, например вращения и симметрии или является центром отверстий (рисунок 19).

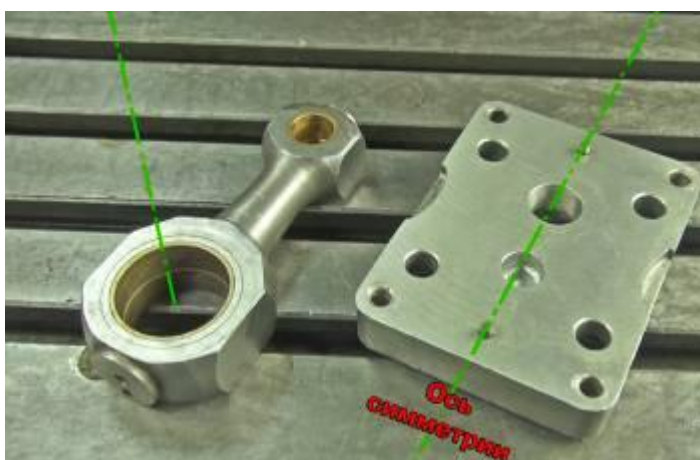


Рисунок 19- Расположение управляющих баз

Для воспроизведения скрытых направляющих баз применяются также искусственный базы. У забазированной детали (рисунок 20) направляющие базы изначально скрытые, так как представлены осью симметрии. Штифты как искусственная база, находящиеся на оси симметрии преобразуют ее скрытые точки в явные.

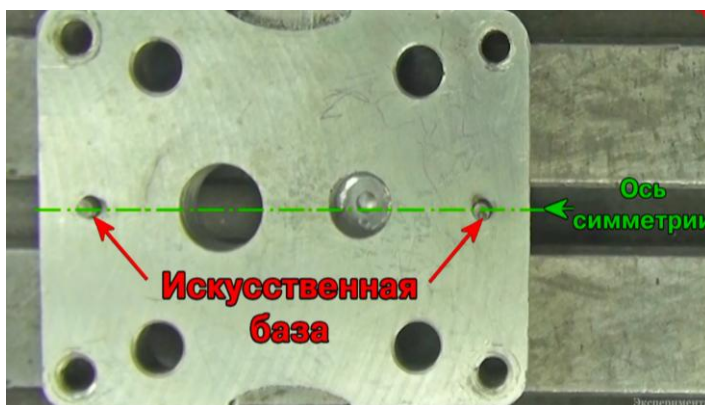


Рисунок 20- Штифты как искусственная база, преобразует скрытые точки
в явные

Искусственная направляющая база может поставить параллельно направлению подачи такую скрытую базу как ось отверстия. На рисунке 21 видно, как скрытая база с малой устойчивостью, воспроизведенная технологическим валом 1, приобрела большую устойчивость. Это обеспечено сопряжением отверстия и вала по переходной посадке без зазора.

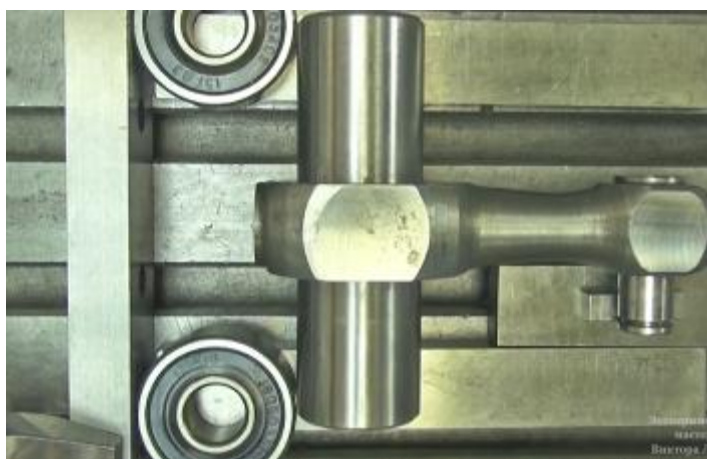


Рисунок 22- Скрытая база с малой устойчивостью, приобрела большую
устойчивость

Размерная связь режущих точек инструмента, как их координаты в одном из направлений подач, поддерживается повторяемой позицией деталей на установочной базе. Добавленную к ней направляющую базу, как и связанные с

ней размеры, можно принимать за нулевые точки отсчёта размеров в направлении подачи перпендикулярном направляющей базе (рисунок 23).

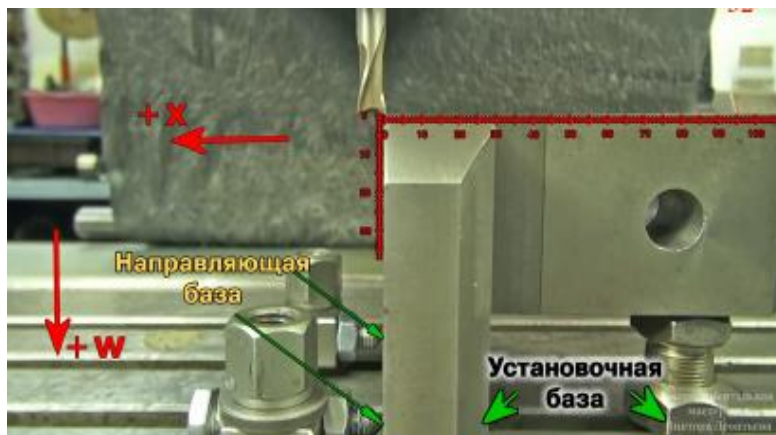


Рисунок 23- Базирование деталей для массового производства

После переустановок подобных деталей их позиции на данном комплекте баз будет в точности повторяться. Это значит, что координаты инструментов двух направлений подач, настроенные по одной детали будут справедливы для всех подобных.

Вместе с тем, в продольном направлении направляющих баз положение детали осталось не зафиксированным и не обеспечивающим размерной привязки. Чтобы обеспечить неподвижность детали и создать ее повторяемое положение при установке на рабочем столе, комплект из установочной и направляющей баз, надо дополнить ещё одной базой - опорной (рисунок 24).

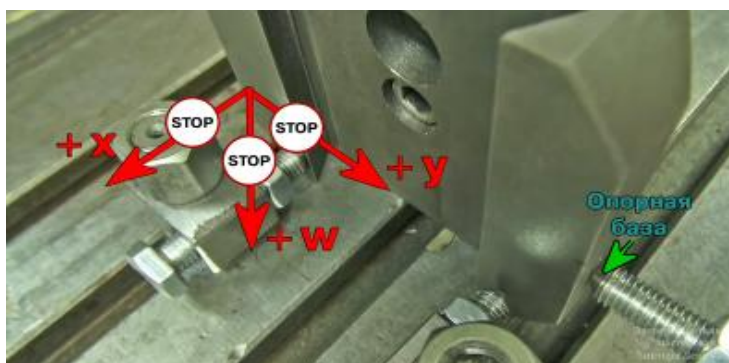


Рисунок 24- Для создания детали неподвижной, нужно дополнить опорную базу

Для опорной базы на детали выбирается поверхность, которая является измерительной базой, или поверхность, размер которой с ней связан (рисунок 25).

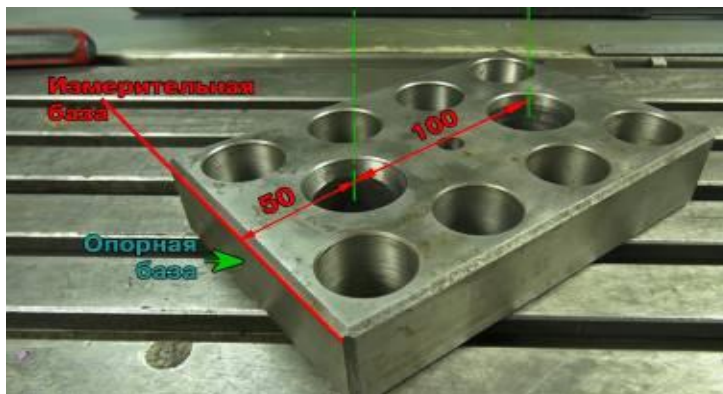


Рисунок 25- Пример Опорной базы

За счет соединений базирующего элемента с одной точкой опорной базы между деталью и инструментом, в направлении подачи, параллельном направляющей базе, устанавливается размерная связь. Это позволяет производить от опорной базы отсчет и размер, сохранять их координаты при переустановках подобных деталей на данном комплекте баз (рисунок 26).

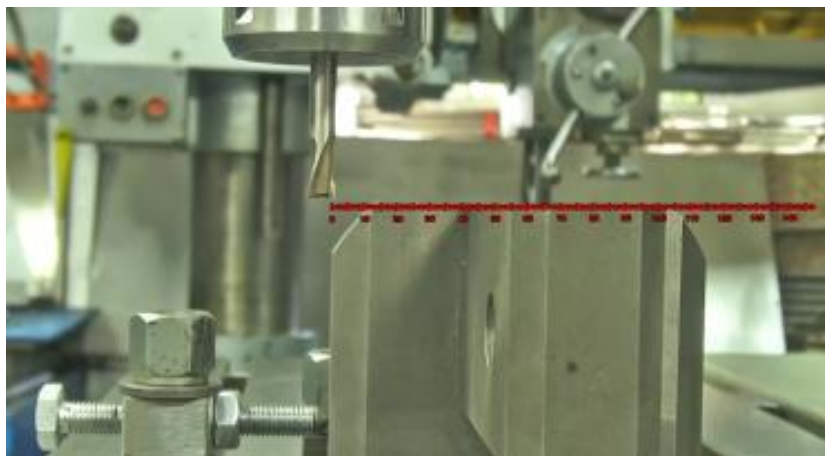


Рисунок 26- Размерная связь между деталью и инструментом

Комплект из трёх баз, организующий положение детали с шестью точками, придает ей точечную и повторяемую позицию, связанную с размерами

детали и инструментом на подачу в трёх направлениях. Это позволит, в частности, проводить повторяемую обработку отверстий по настроенным координатам расположения их осей на плоскости и по координатам глубин.

Точку опорной базы на плоскости можно связывать с координатами инструмента по-разному - через односточечные упоры, такие же что используются под направляющую базу или произвольно собранными приспособлениями (рисунок 27).



Рисунок 27- Пример произвольно собранного приспособления

По возможности, для опорной базы выбирается точка, расположенная поближе к установочной и направляющей базам. Особенно когда их устойчивость невысока.

Если требуется использовать точку опорной базы на непрямолинейной, в частности радиусной поверхности, для контакта с ней лучше применить упор с базирующей плоскостью или линией, поставив его перпендикулярно направляющей базе (рисунок 28).



Рисунок 28- Использование точки опорной базы на непрямолинейной поверхности

Рассмотрим базирование на плоскостях, устанавливаемых на шпиндель и перпендикулярных оси его вращения. К ним относятся плоскости планшайб и базирующих фланцев, устанавливаемых на шпинделях токарных станков и универсальных приспособлениях (рисунок 29).

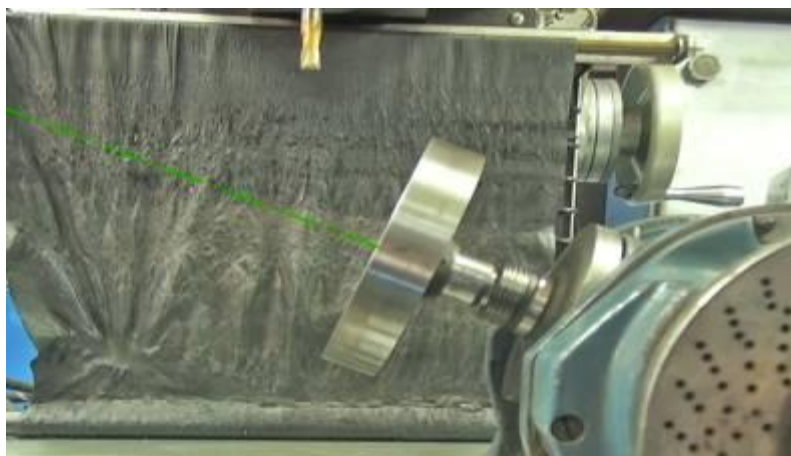


Рисунок 29- Планшайба, установленная на делительную головку

При соединении установочной базы с базирующей плоскостью фланца на шпинделе токарного станка, все поверхности детали приобретают параллельное или перпендикулярное положение относительно оси вращения и направления движения обеих подач (рисунок 30).

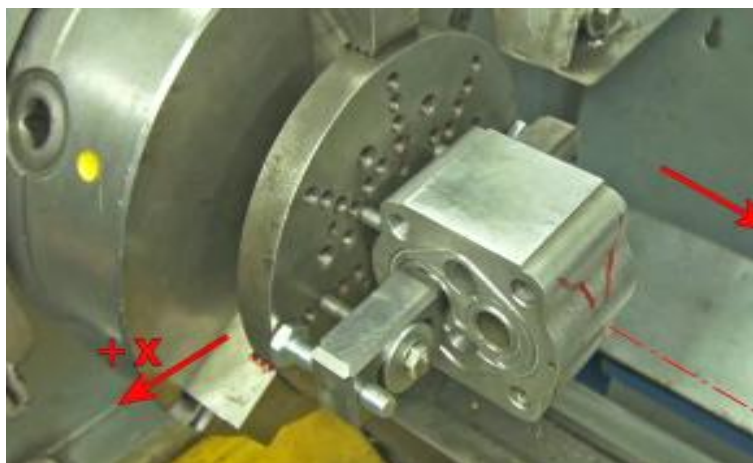


Рисунок 30-Установка детали на плоскость фланца на шпинделе токарного станка

Однако повторяемая позиция и соответственно координатная связь базы с инструментом, образуется только в одном направлении перпендикулярном установочной базе, то есть в направлении продольной подачи (рисунок 31).

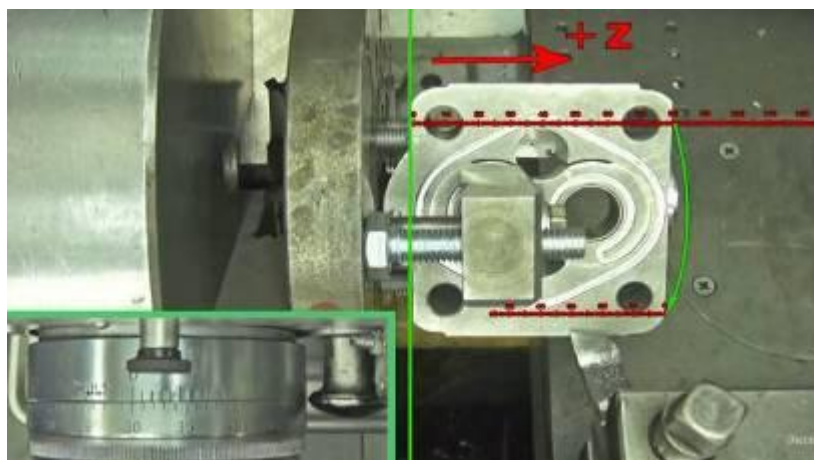


Рисунок 31- Размерная связь между деталью и инструментом

Обычно целью установки не цилиндрической детали на вращающейся плоскости является обработка на ней какого - либо элемента с заданными координатами оси. Задача базирование детали заключается в совмещение осей подлежащего обработки элемента с осью вращения шпинделя или другими словами его центрирование.

Если позволяет конфигурации детали с невысокой точностью центрирование осевого элемента можно произвести непосредственно от размерных координат его оси, нанесенных на поверхности рисками. Точка пересечения рисок будет указывать на положение оси элемента на плоскости. Соединив точку пересечения разметочных рисок, а значит координат с острием центрирующего приспособления каким является центр установленной в пиноль задней бабки, приведем эту точку к наложению на ось вращения (рисунок 32). Погрешности в центрировании таким способом зависит от глазомера и соосности пиноля со шпинделем.



Рисунок 32- Соединение точки пересечения разметочных рисок с пинолью задней бабки

Если на детали предполагается обработка торца или проведения по оси отверстий для более уверенного соединения с острием центра в точке пересечения рисок ставится керн. Положение за базированной таким способом деталей фиксируется какой-либо крепежные оснасткой после чего задняя бабка отводится. В виду нестабильной точности такой способ базирования подходит больше для штучного производства ответственных деталей с подходящей конфигураций.

Более точное центрирование не цилиндрической детали по координатам оси и ее элемента реализуется через базирования на направляющую и опорную базы. За базовые на детали принимаются поверхности, от которых в чертеже

указаны размеры, определяющие положение точки оси элемента на плоскости или, что тоже самое, что ее координаты (рисунок 33)

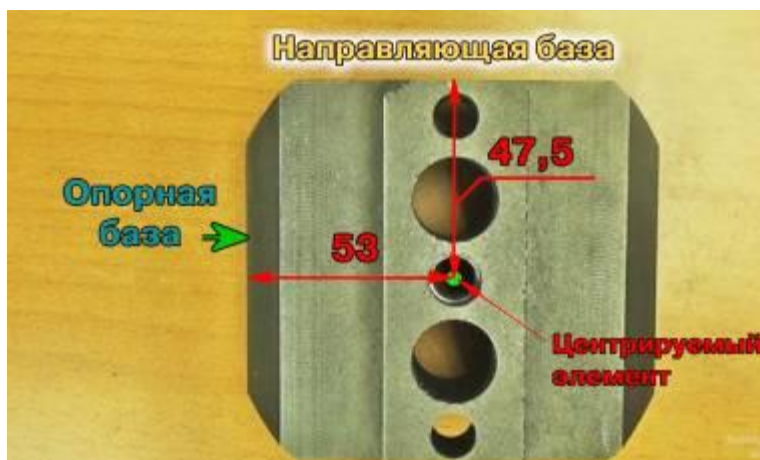


Рисунок 33- Пример не цилиндрической детали

Измерение ступенчатых форм обычным штангенциркулем из-за перекоса приводит к погрешностям. Если штангенциркуль типа НАС2 оснастить простым приспособлением, позволяющим закрепить, таким образом на губке пяти миллиметровую мерную плитку, измерение подобных ступенчатым формам, упростятся и улучшатся по точности (рисунок 34). Длина примененной плитки из полученного результата измерения вычитается.



Рисунок 34- Измерение штангенциркулем с помощью мерной плитки

На приспособлениях с базирующей плоскостью обычно имеется соосное со шпинделем коническое или цилиндрическое центральное отверстие (рисунок 35). Эти отверстия служат, в том числе для установки воспроизводящих ось технологических деталей.



Рисунок 35- Коническое и цилиндрическое центральное отверстие

Со съёмными базирующими фланцами удобнее работать в их горизонтальном положении. Радиус технологического вала и добавленные к нему мерная длинна в сумме составит точное расстояние направляющие базы от оси вращения соответствующую указанному размеру (рисунок 36).

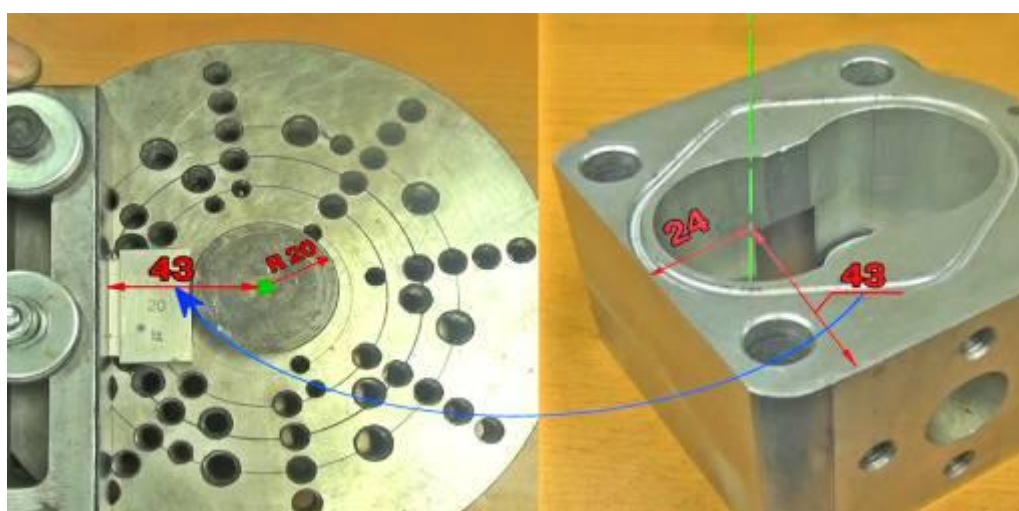


Рисунок 36- Пример технологического вала

В результате базирование на данном комплекте деталь и ось, подлежащая обработке элемента, получили неподвижное и повторяемое положение относительно оси вращения шпинделя (рисунок 37), сочетаемое с организованным положением поверхности детали относительно всех направлений подач.

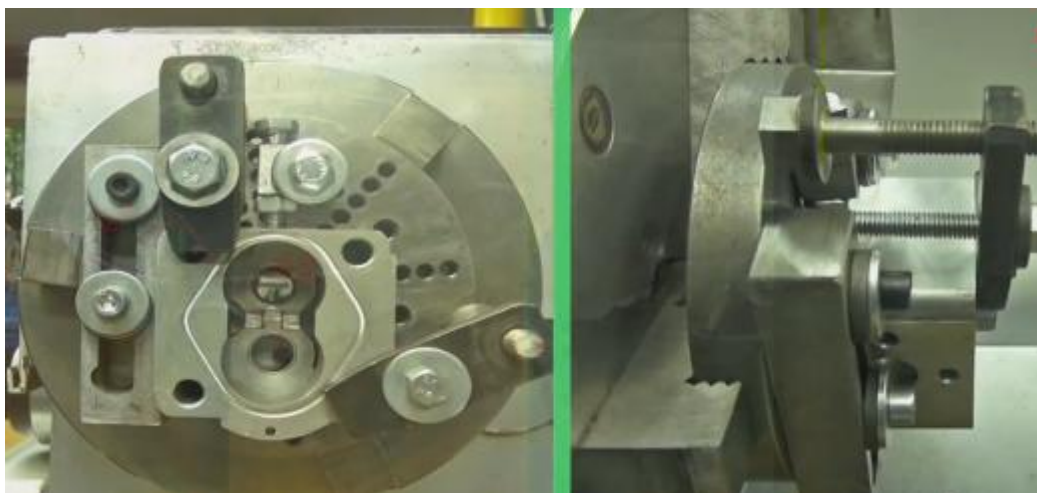


Рисунок 37- Неподвижное положение детали и оси

По точности базирования детали в машинных тисках уступает базированию на рабочих плоскостях станка, но зато дает значительный выигрыш в производительности. Установка детали в тисках на комплект из установочной и направляющих баз имеет свои особенности. Основными базирующими на тисках являются плоскость неподвижной губки, и перпендикулярная ей плоскость направляющей тисков. Их взаимная перпендикулярность, как и параллельность соответствующем направлении подач контролируется индикатором (рисунок 38).

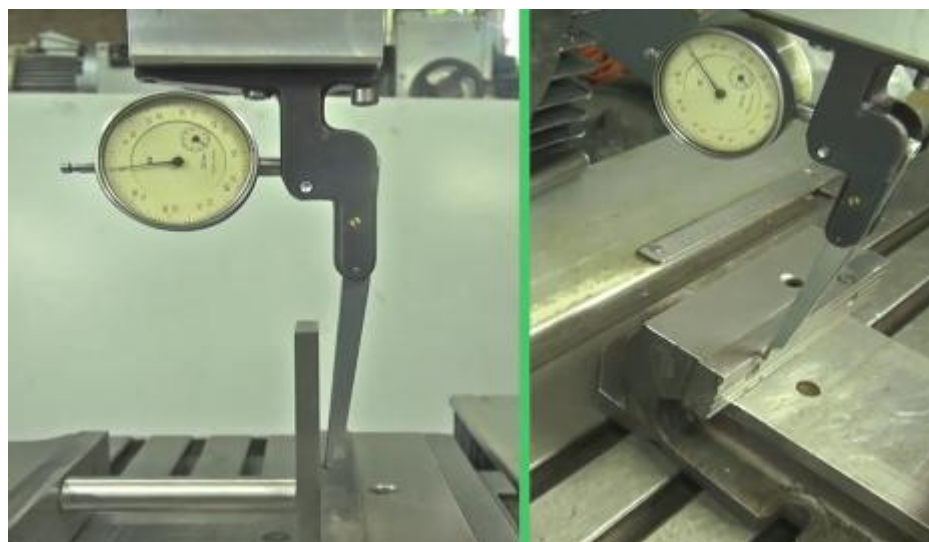


Рисунок 38- Индикатор контролирует плоскость неподвижной губки

Плоскость подвижной губки ввиду наличия в её соединении люфтов за базирующие поверхности не принимаются. Назначение подвижной губки фиксировать достигнутое базированием положение детали (рисунок 39).

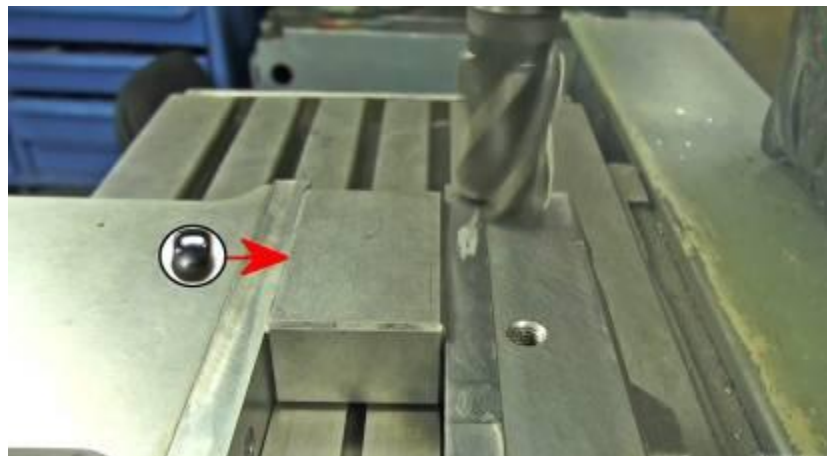


Рисунок 39- Фиксация детали с помощью подвижной губки

Под установочную базу обычно выбирается элемент детали с большей площадью и под него используется базирующая плоскость направляющие тисков, в этом случае с плоскостью неподвижной губки будут соединяться точки направляющие базы детали (рисунок 40).



Рисунок 40- Соединение точки направляющей базы с деталью

Если под установочную базу задействована плоскость неподвижной губки, тогда направляющая база пойдет на соединения с плоскостью, направляющей тисков (рисунок 41)



Рисунок 41- Соединение с плоскостью направляющих тисков

Выбор под установочную базу плоскости неподвижной губки обычно делается при установке заготовок и деталей с небольшими высотами. Отклонения в расположении поверхностей детали при зажиме подвижной губкой могут нарушить базирования, а также произвольный изменить его схему.

1.3.2 Базирование и точение с подвижным люнетом

Отличающийся по массовым габаритным параметрам и конструкциям люнеты, используются в качестве основных и дополнительных базирующих приспособлений при обработки деталей на токарных, кругло-шлифовальных, фрезерных станках и обрабатывающих центрах (рисунок 42).



Рисунок 42 - Пример обрабатывающих станков

По назначению люнеты различаются на неподвижные, которые крепятся на станине и подвижные закрепляемые на суппорте.

По принципу проведения в действие бывают, самоцентрирующие подвижные люнеты, используемые на автоматизированных станках и подвижные люнеты с ручной настройкой центрирования, которые применяются на станках универсальных

Подвижные люнеты являются опорно-базирующими приспособлениями. Основное назначение заключается в дополнительном базировании не жестких обрабатываемых элементов, с целью предотвращения деформации и колебаний

В обычном исполнении, настраиваемый в ручную подвижный люнет, состоит из лютого чугунного корпуса, независимо перемещающихся кулачков, винтов с рукоятками для подачи кулачков и стопоров, фиксирующих кулачки в рабочем положении.

Принцип действия подвижного люнета, как опорного приспособления сводится к следующему, соединяясь посредством кулачков с поверхностью заготовки, люнет противодействует реактивной силе резания, предотвращает этим изгибы и колебания не жесткого обрабатываемого элемента (рисунок 43).

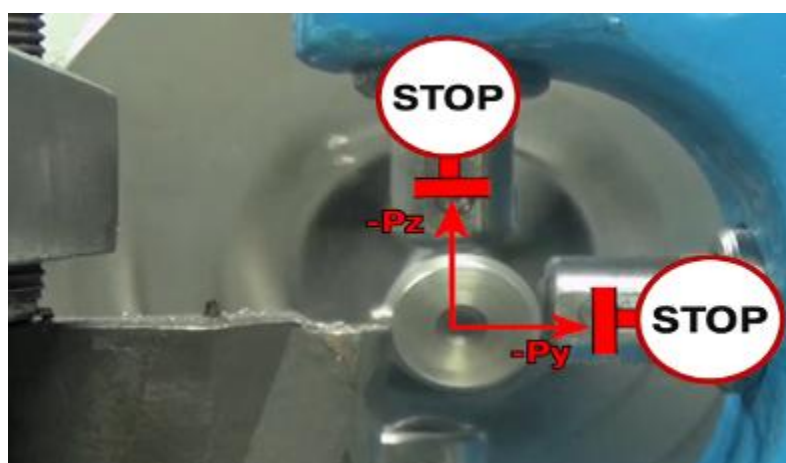


Рисунок 43- Предотвращение изгибов и колебаний обрабатываемого элемента

У подвижных люнетов для промышленных станков чаще три кулачка, верхний, задний, нижний. Но встречаются конструкции и двух кулачковые, с меньшими функциональными возможностями. Верхним и задним кулачками подвижного люнета, создаются опорные точки, являющийся точками двойной опорной базы, но не основного значения, а дублирующего основное. Необходимый прижим, базируемой поверхности к этим точкам, осуществляться силой резания. На трех кулачковом люнете, прижим базируемой поверхности с обязательным сохранением её подвижности в соединении, может дублироваться нижнем кулачком (рисунок 44).

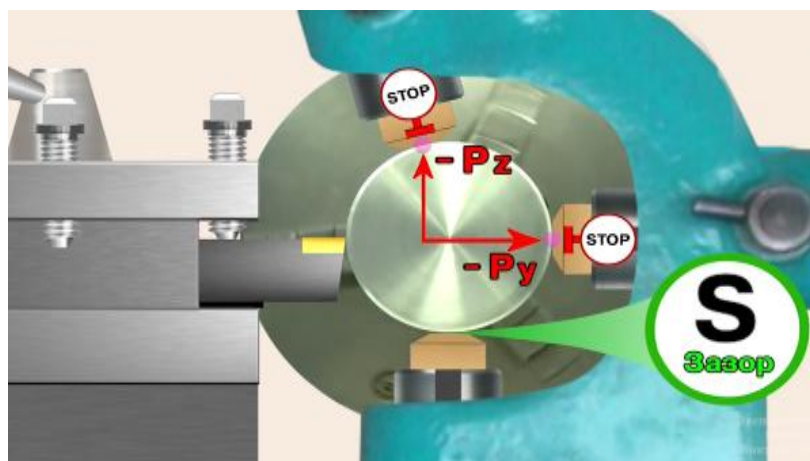


Рисунок 44- Прижим базировой поверхности на трех кулачковом люнете

Угол сектора, охватываемого условными точками контакта трёх кулачков, несколько больше 180 градусов (рисунок 45). В зависимости от конструкторских решений, это может достигаться угловым взаиморасположением верхнего и нижнего кулачков. Смещением оси нижнего кулачка, относительно верхнего, или же поперечным смещением корпуса люнета, а с ним и осей верхнего и нижнего кулачка, относительно оси вращения.

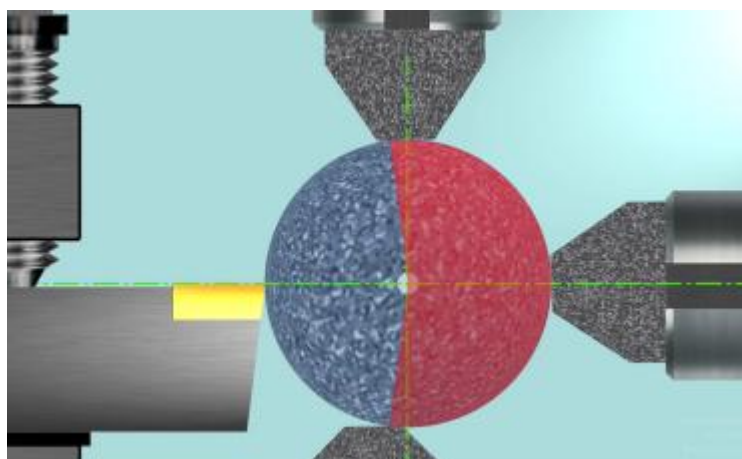


Рисунок 45- Угол сектора трех кулачков больше 180 градусов

При секторе обхвата, превышающем 180 градусов, три кулачка имеющие точечный контакт с базировой поверхностью, могут удерживать заготовку от

радиальных смещений в независимости от наличие прижимающих точек базы реактивной силой резания (рисунок 46). Это касается также в тех случаях, при которых радиальная составляющая реактивной силы резания, может изменить направление на противоположенную, при так называемом затягивании резца в материал.

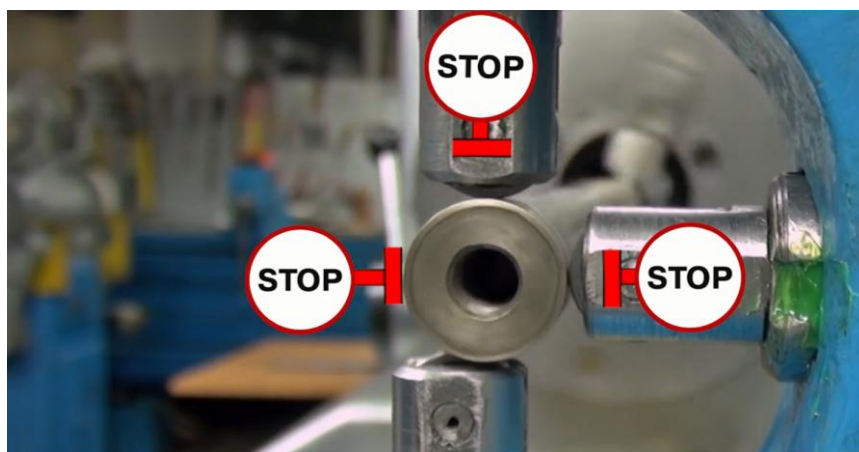


Рисунок 46- Удерживания тремя кулачками заготовку от радиальных смещений

Кроме этого, радиальная фиксирующая обхват, даёт возможность использовать подвижный люнет с роликовыми кулачками, не только для дублирующего, но и для основного базирование, в место заднего центра.

Подвижный люнет устанавливается на предусмотренные для него плоскости на продольной каретке суппорта. Если же используются роликовые наконечники, крепление болтами может выполняться без коррекции поперечного положения корпуса.

В рабочем положении подвижного люнета, базирующая точка его заднего кулачка должна находится на одном уровне с осью вращения (рисунок 47).

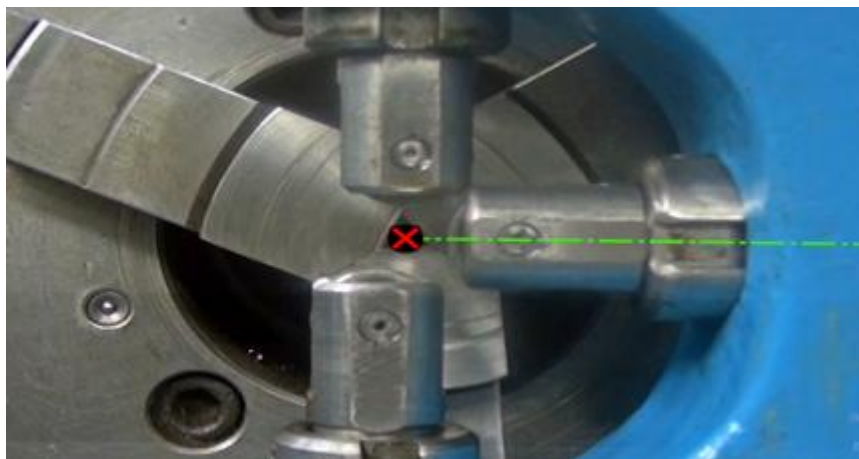


Рисунок 47- Базирующая точка подвижного люнета

Подвижный люнет перемещается синхронно с резцом только в продольном направлении. Резец выставляется продольно относительно кулачков подачи верхних салазок. В зависимости от технологических задач его режущая кромка может находиться с небольшим удалением справа или слева от кулачков, а также напротив них.

Чтобы установить кулачок в корпус надо завернуть соответствующий винт до упора, вставить кулачок в отверстие совместив его паз с стопорным винтом и прижать в направлении винта. Вращаемый против часовой стрелки винт должен захватить кулачок резьбой и затянуть его в отверстие. Поскольку настройка базирующего положения кулачков проводится по осязательной оценке их перемещение на всей длине хода должно совершаться с одинаковым и минимальным возможным усилием.

Кулачок люнета состоит из корпуса и соединяемых с ним по беззорной посадке сменных наконечников (рисунок 48). Дополнительные комплекты сменных наконечников изготавливаются самостоятельно, они могут быть роликовыми или скользящими из антифрикционного материала, обычно из чугуна или твердой бронзы.



Рисунок 48- Пример кулачков люнета

Практикуется так же в целях снижения износа скользящего наконечника припаивать к торцу его стальной основы или запрессовывать в нее твердосплавные вставки. Скользящие наконечники это расходные комплектующие кулачков, если в соединенном в детали состоянии они препятствуют выгодному положению центра или инструмента, их формы и размеры могут дорабатываться резцом.

Реальный точечный контакт с базирuемой поверхностью имеют только роликовые наконечники. Базирuющие точки скользящих наконечников рассматриваются как условные, потому что в пригодном для работы состоянии, их базирuющие поверхности должны точно облегать базирuемой элемент некой увеличенной площадью имея для этого с ним равные по величине, но вогнутый радиусный профиль с определенным расположением относительно оси кулачка (рисунок 49).

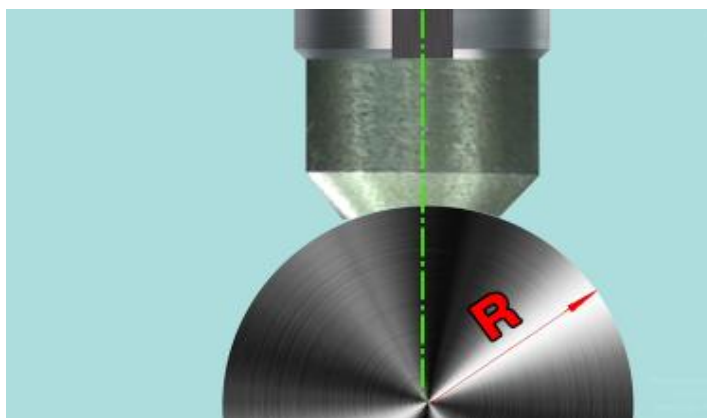


Рисунок 49- Пример роликовых наконечников

Такая радиусная форма профиля базирующих поверхностей создается в результате притирки скользящих наконечников по базирующей поверхности или лезвийной обработки в заданном положении кулачков.

Если переставить любой из наконечников с радиусной базирующей поверхностью на другой корпус кулачка или кулачок взборе на другое отверстие в корпусе, их базирующие точки не потребно сместятся.

Дезориентация базирующей поверхности произойдет и при повороте наконечника по оси относительно корпуса кулачка. Это же касается и роликовых наконечников оси, вращения которых должны быть в рабочем положении максимально параллельными оси шпинделя.

Такой беспорядок положений кулачков и сменных наконечников устраняется двумя мерами. Первый из которых заключается в их привязке к определенному отверстию в корпусе люнета. Например корпусам кулачков и каждому из имеющихся комплектов наконечников присваиваются номера в виде сделанных напильником меток (рисунок 50).



Рисунок 50- Метки на корпусе кулачков

В данном исполнении верхние кулачки и наконечники под номером один имеют одну метку, с двумя метками опознаются как задние второго номера, а имеющие три метки устанавливаются внизу (рисунок 51).

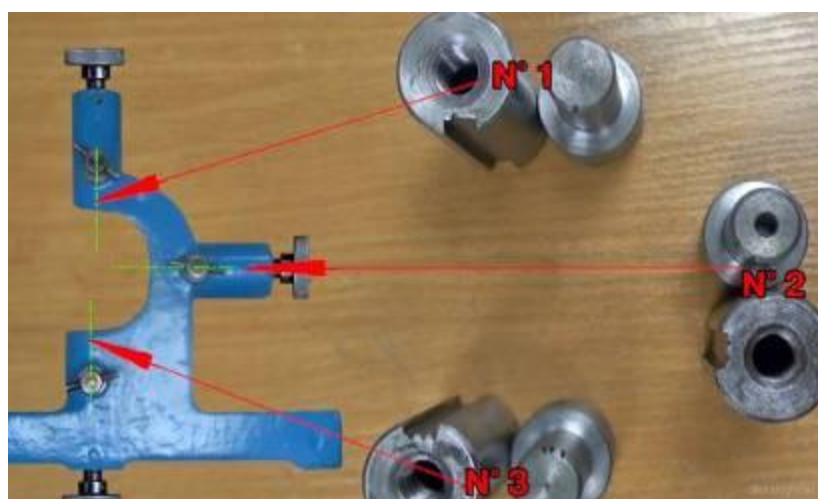


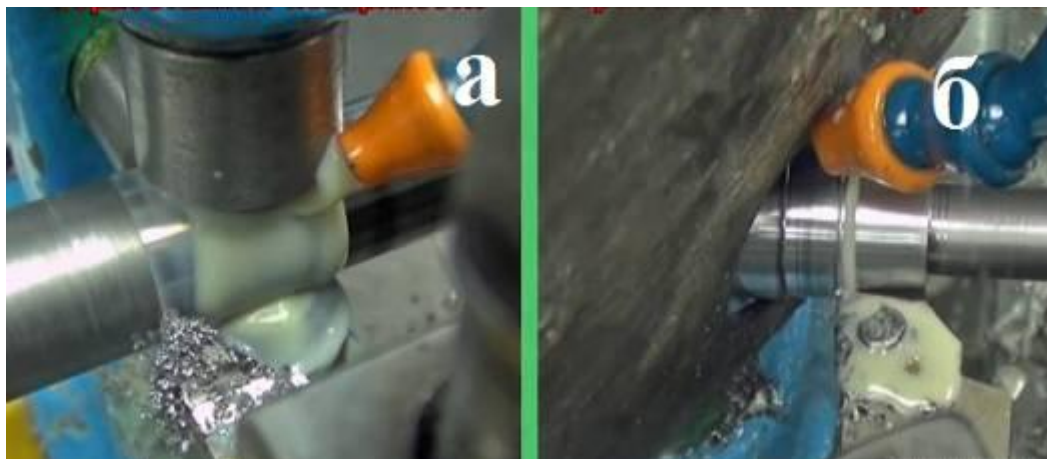
Рисунок 51- Нумерация кулачков

Далее надо позаботиться о повторяемости положения каждого наконечника относительно корпуса кулачка того же номера при переустановках. Это удобнее сделать с помощью винтового стопора с конусом. Ответная лунка под которой сверлиться в наконечнике находящимся в сборе с корпусом своего кулачка.

Сложность обработки с поддержкой подвижным люнетом состоит не в том, чтобы сделать проточку не жесткого вала как таковую, а в том, чтобы в

результате обработки допуски на диаметр, шероховатость, форму и расположение поверхностей удовлетворяли условиям чертежа. Чем больше по отношению к диаметру длина вала, тем сложнее выполнение требований по точности. Поэтому для успешной реализации подобных задач необходимо понимать и учитывать особенности точного базирования в подвижном люнете.

Базирование подвижным люнетом заготовок типа не жесткий вал может осуществляться по обработанным (рисунок 52 а) и обрабатываемым (рисунок 52 б) поверхностям если их форма, расположение и шероховатость отвечают необходимым условиям базирования.



а- обработанная поверхность; б- обрабатываемая поверхность

Рисунок 52- Пример базирования подвижным люнетом типа не жесткий вал

Отклонение от круглости появляются при изменениях размеров образующего расстояния между инструментом и осью обрабатываемого элемента за период одного оборота шпинделя. Если базируемая люнетом, допустим обрабатываемая поверхность имеет какие-то отклонения от круглости, а соединения с ней двух базирующих кулачков точечное, расстояние между вершиной резца и осью не жесткого обрабатываемого элемента под воздействием прижимающей силой резания, будет изменяться за период одного

оборота в соответствии с величинами и расположением отклонений на базе (рисунок 53).

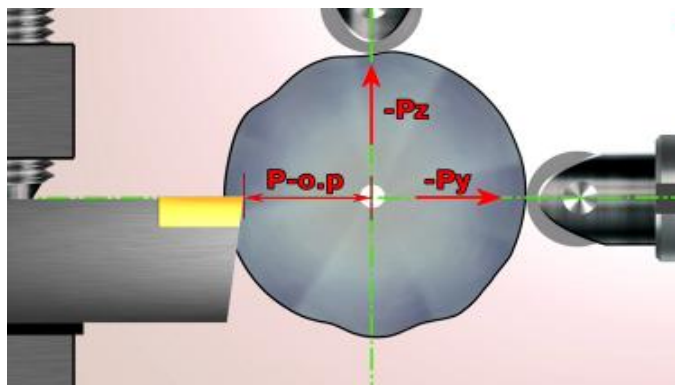


Рисунок 53- Пример обрабатываемой поверхности, имеющие отклонение от круглости

В результате отклонений от круглости имеющиеся на базовой поверхности скопируются в приблизительном образе на обработанной. Прижимающая функция третьего кулачка в этом случае не реализуемые. Если же применяются кулачки со скользящими наконечниками, облегающими базируемую поверхность, негативные последствия, вызванные ее отклонениями от круглости уменьшатся, но совсем не исчезнут.

При определенных условиях резания и вне зависимости от вида базирующих наконечников любые отклонения базируемой поверхности от круглости могут спровоцировать появление вибрации, приводящие к глубоким повреждениям обработанной поверхности (рисунок 54). Твердые мелкие частицы в виде оголенной стружки попавшие между базирующей и базируемой поверхностями, а в худшем случае сцепившись с любой из них приводит к нарушениям как круглости так и частоты обработки.

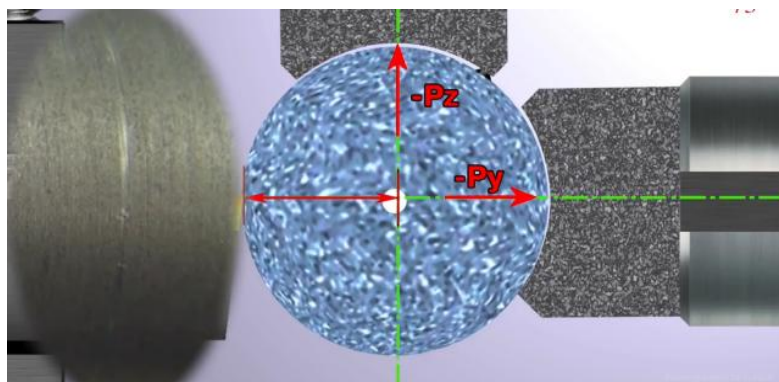


Рисунок 54- Нарушение круглости из-за оголенной стружки

Из вышесказанного следует, что круглость базисуемых поверхностей в совокупности с качественным прилеганием к базисуемых поверхностей кулачков, являются основой точной обработки с подвижным люнетом.

Когда станок находится в хорошем состоянии и отрегулирован, а подвижный люнет подготовлен к выполняемой операции правильно, размеры, образующие расстояние, между резцом и осью вращения заготовки, созданной при настройки, должно поддерживаться кулачками люнета в заданной величине и теоретически оставаться неизменным на всём протяжении прохода.

Таким образом, цилиндричность проточки в части равенство диаметров на разных участках длины детали, в идеальном варианте обеспечивается люнетом автоматически.

Поддерживаемый люнетом размеры, образующие расстояние может изменяться за период одного прохода, по ряду причин. Основной из которых, является ускоренный износ базисуемых и рабочих поверхностей скользящих наконечников. Чем меньше площадь контакта наконечника с деталью, и чем больше сила его прижима, тем быстрее развивается износ, его базисуемых поверхностей (рисунок 55).

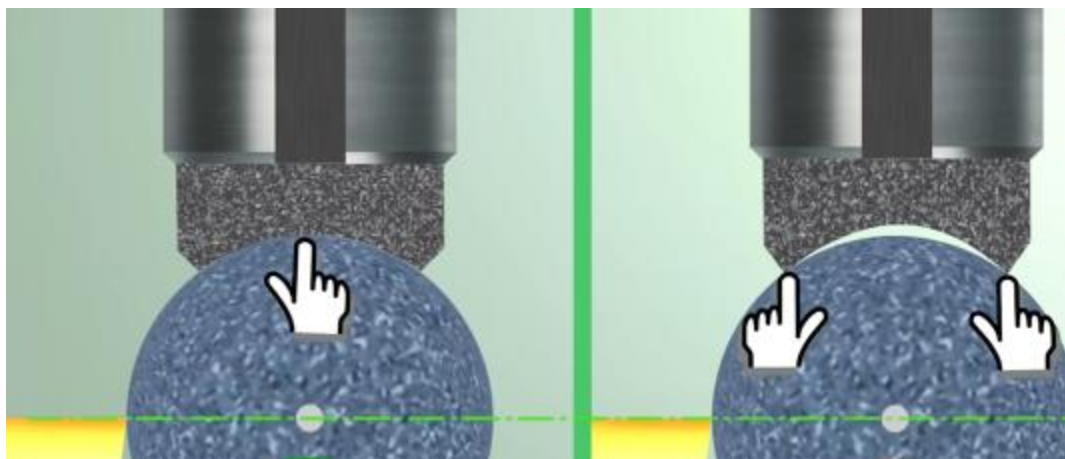


Рисунок 55- Износ базировочных поверхностей кулачка

При точении величина главной составляющей реактивной силы резания, как правило больше его радиальной составляющей, наибольшее усилие прижима приходится на рабочую поверхность верхнего кулачка.

Для поддержки прижима к изношенным в процессе прохода базировочным поверхностям кулачков, реактивным силам резанием приходится отклонять ось вращения детали, преодолевая её упругое сопротивление, а его сила в разных точках обрабатываемой длины разное.

В результате, на каком-то участке, сила обеспечивающая прижим, может снизиться условно до нуля, что немедленно возбуждает вибрацию. Нижний кулачок, у которого из-за износа, выше стоящих нет контактов с базой, на этот момент бесполезен.

Абразиво содержащие загрязнения на базировочной поверхности, равной её повышенной шероховатость, способствует ускоренному износу рабочих поверхностей кулачков, вне зависимости от площади их прилегания.

При использовании наконечников из бронзы, шероховатость базовой поверхности должна иметь параметры не более Ra 0,8.

Точение люнетом на значительные длины, протекает не быстро, если заготовка не охлаждается, участок в начале прохода будет обрабатываться холодным, а участки находящийся к концу прохода нагретыми, то есть с

увеличенными за счет теплового расширения диаметрами, величина которая после остывания меньше ожидаемой. Значит заготовку нужно охладить.

2 Разработка технологического процесса базирование блока цилиндра

Инструктивно-технологическая карта «Базирование блока цилиндра»

Таблица 2.1 - Инструктивно-технологическая карта

№	Наименование и содержание работы	Используемый инструмент	Трудоемкость, чел*мин	Кол-во точек воздействия	Технические требования
1. Установить блок цилиндра на рабочую поверхность станка					
1.1	Закрепить блок цилиндра				Положение блока цилиндра должно быть соосно с шпинделем
2. Отцентровать цилиндр					
2.1	Установить индикатор часового типа на шпиндель				
2.2	Опустить шпиндель с индикатором часового типа в цилиндр				
2.3	Поворачивая шпиндель вокруг оси цилиндра, замерить отклонения от оси цилиндра				Стрелка индикатора часового типа не должна отклоняться
Примечание: Если стрелка индикатора часового типа отклоняется, то повторить пункт 1.1					
3	Установить резец в шпиндель				

Продолжение таблицы 2.1

3.1	Закрепить резец в шпинделе				
4	Настроить резец				
4.1	Выдвинуть резец на нужный размер диаметра				
4.2	Выдвинуть резец на нужный размер радиуса				
5	Проверить диаметр расточки				
Примечание: Если диаметр расточки не соответствует нужному размеру, то настраиваем резец. Если диаметр расточки соответствует нужному размеру, то выполняем пункт 6.					
6	Выточить цилиндр по размеру				

3 Безопасность и экологичность технического объекта

3.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Технологический паспорт объекта представлен в таблице 3.1

Таблица 3.1- Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Выполнение лабораторной работы	Определение влияния жесткости закрепления детали в токарно-винторезном станке на погрешность измерений	Студент	Токарный станок 6б16кв , набор резцов, люнет	Длинномерный прутки

3.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 3.2 Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и /или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного Производственного фактора
Определение влияния жесткости детали в токарно-винторезном станке на погрешность измерений	Физические: повышенный уровень шума, детали во вращающемся зажимном приспособлении, летящая стружка	Станок

3.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Методы и средства защиты выбираются по действующим на данный момент времени нормативным документам и сводятся в таблицу 3.3

Таблица 3.3 Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственный факторов

Опасный и /или вредный производственный фактор	Организационные методы и средства защиты, снижения устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
--	---	--

Продолжение таблицы 3.3

Физические:		
Детали вращающемся зажимном приспособлении	во	Защитный экран
Летающие стружки		Защитные очки, униформа, перчатки

3.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого объекта

Таблица 3.4- Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок подразделени я	Оборудован ие	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие появления факторов пожара
Учебная лаборатория	Токарный станок 6б16кв	Е	Возможность короткого замыкания	Замыкания возможных пожароопасных материалов

Таблица 3.5- Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарная сигнализация, связь и оповещение
Огнетушитель порошковый	Порошковые АУПТ	Пожарный шкаф	Средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (защитные очки, маск)	Топор	План эвакуации
Песок		Рукав		Лопата	
Кошма		Пожарный инвентарь		Багор	

Таблица 3.6 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудование технического объекта	Наименование видов, реализуемых организационных(организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
---	---	--

Продолжение таблицы 3.6

Определение влияния жесткости детали в токарно-винторезном станке на погрешность измерений	Инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ	Строгое соблюдение студентами техники безопасности. Предоставление средств защиты обучающимся
--	--	--

3.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Вредные/опасные воздействие объекта на окружающую среду не ожидается

Таблица 3.7- Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Выполнение лабораторной работы
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на атмосферу	Не оказывает антропогенного воздействия на атмосферу

Продолжение таблицы 3.7

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на гидросферу	Не оказывает антропогенного воздействия на гидросферу
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на литосферу	Не оказывает антропогенного воздействия на литосферу

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия при выполнении лабораторной работы по изучению устройства и принципа действия токарно-винторезных станков.

2. Проведена идентификация профессиональных рисков во время выполнения лабораторной работы. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: детали во вращающемся зажимном приспособлении, летящая стружка.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а

именно установка защитных экранов, контроль за правильным использованием средств защиты. Подобраны индивидуальные средства защиты работников (таблица 3.3)

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара (таблица 3.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 3.5) Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 3.6)

5. Идентифицированы экологические факторы. Выявлено отсутствия влияния на экологию

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка лабораторной работы проводилась на основании учебного плана студентов по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Выпускник данной специальности должен владеть знаниями о принципах базирования деталей, навыках их установки на обрабатывающие станки, позволяющие производить обработку, обеспечивая требования конструкторской документации

В процессе работы был составлен порядок выполнения лабораторной работы, скомпонован теоретический материал, разработаны задания. Также снят видеоролик «Базирование блока цилиндра».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Егоров, А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие [Текст] / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова, – Тольятти, 2012. - 135с.
2. Малкин, В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] / В.С. Малкин. – Тольятти: ТГУ, 2014. – 422с.
3. Бруштейн, Б. Е. и Дементьев В. И. Токарное дело [Текст] : учебное пособие / Б. Е. Бруштейн и В. И. Дементьев. Изд. 6-е, перераб. и доп. – М. : Высш. Школа., 1967. – 448 с. : ил. ;
4. Денежный, П. М. Токарное дело [Текст] : учеб. для вузов / П.М. Денежный, Г. М. Стискин, И. Е. Тхор. – 3-е изд. перераб. – М. : Высш. школа., 1979. – 199 с. : ил. ;
5. Шеянов, В. П. Учебное пособие по дисциплине «Ремонт автомобилей» [Текст]/ Омск, 2006. – 136с
6. Малкин, В.С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. пособие по курсовому проектированию для студ. спец. "Автомобили и автомобильное хозяйство" [Текст] / В. С. Малкин, Н. И. Живоглядов, Е. Е. Андреева. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 108 с.
7. Мураткин Г. В. Основы восстановления деталей и ремонт автомобилей : учеб. пособие. Ч. 1. Технологические методы восстановления деталей и ремонта автомобилей [Текст] / Г. В. Мураткин, В. С. Малкин, В. Г. Доронкин. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 246 с.
8. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. - 912 с., ил.
9. ГОСТ 12.1.004 – 91. Пожарная безопасность. Общие требования [текст]. – Введ. 1992-01-07: Изд-во стандартов, 1996. – 81 с.

10. Малкин, В.С. Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию: для студентов специальности 190601 "Автомобили и автомобильное хозяйство" [Текст] / В.С. Малкин, В.Е. Епишкин - Тольятти: изд. ТГУ 2008. - 75 с.
11. Родионов, Е. П. Токарные станки / Е. П. Родионов. – Москва : Трудрезервиздат, 1966. – 104 с. : ил;
12. Bram G., Downs C., Manufacturing Technology [Text] / G. Bram, C. Downs, pp 103-125.
13. Lunevskii I. I., Serebryakov V. I., Metal Science and Heat Treatment [Text] / . I. I. Lunevskii, V. I. Serebryakov, July 1968, Volume 10, Issue 7, pp 505-508;
14. Lizogub V. A., Russian Engineering Research [Text] / V. A. Lizogub, June 2007, Volume 27, Issue 6, pp 371-373;
15. Colvetti, C. Complete car care manual [Text]/ C. Colvetti, Carbone R. – Bishop Books 777 Wesrchester Avenue Suite 100 White Plains, New York. 2005. - p.346.
16. Smith, G.T. CNC Machining Technology [Text] / G.T. Smith. - Springer-Verlag London, 1993. – P. 190
17. Титаренко, Д.Н. Автомобильные технологии / Автоспециалист, 2015.- 211с.
18. Пономарев, В.Ф. Справочник токаря - расточника [Текст] / В.Ф. Пономарев. - М.: Машиностроение, 1969г. – 285с.
19. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей [Текст] / Л.: Машиностроение, 1976г. - 560 с.
20. Румянцев, С.И. Ремонт автомобилей [Текст] / С.И. Румянцев, В.Ф. Борцов, Под ред. С.И. Румянцева. - М. : Транспорт, 1981. - 462 с.
21. Власов, А.Ф. Техника безопасности при обработке металлов резанием [Текст]/ М. :Машиностроение, 1980. – 77 с.

22. ГОСТ 12.2.009-99. Межгосударственный стандарт. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1999. - 37 с.

23. ГОСТ 12.3.025-80. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1980. - 15 с.

24. Износостойкость изделий. Трение. Изнашивание и смазка. Термины и определения. [Текст]. - Киев : Держстандарт, 1996. - 31 с.

25. Слепинин, В. А. Руководство для обучение токарей по металлу [Текст] : учеб. пособ. / В. А. Слепинин. Изд. 3-е, перераб. – М. : Высш. школа., 1974. – 352 с. : ил.