

Лекция

Наладка станков с ЧПУ

**Размерные связи, возникающие при обработке деталей.
Базирование и закрепление заготовок. Наладка приспособлений.
Наладка и установка режущего инструмента. Установка рабочих
органов станка в исходное для работы положение. Отыскание
нуля программы путем проб, по цифровой индикации.**

Наладка станков с ЧПУ

Наладка — подготовка технологического оборудования и технологической оснастки к выполнению технологической операции.

Подналадка — дополнительная регулировка технологического оборудования и (или) технологической оснастки при выполнении технологической операции для восстановления достигнутых при наладке значений параметров

Наладка станка с ЧПУ включает в себя:

- подготовку режущего инструмента и технологической оснастки;
- размещение рабочих органов станка в исходном для работы положении;
- пробную обработку первой детали;
- внесение корректив в положение инструмента и режимы обработки;
- исправление погрешностей и недочетов в управляющей программе.

Задачи наладки

В единичном и мелкосерийном производстве, когда требуемая точность обработки достигается **методом пробных ходов и измерений**, задачами наладки являются:

1. Установка приспособления и режущих инструментов в положения, обеспечивающие наивыгоднейшие условия обработки (высокая производительность обработки и стойкость режущего инструмента, требуемое качество обрабатываемой поверхностей хорошие условия стружкообразования);

2. Установка рациональных режимов работы станка.

В серийном и массовом производстве, когда требуемая точность достигается методом автоматического получения размеров на налаженных станках, помимо задач предыдущего метода встает **задача:**

обеспечения точности взаимного расположения режущих инструментов, приспособления, кулачков, упоров, копиров и других устройств, определяющих величину и направление перемещения инструментов относительно обрабатываемых заготовок.

Размерные связи возникающие при обработке деталей

При обработке деталей на станках с ЧПУ точность размеров обеспечивается относительно начала отсчета системы координат станка. Поэтому для получения требуемых размеров деталей необходимы не только точные перемещения рабочих органов станка, но и исключительно точное согласование положения детали и инструмента в системе координат станка, т. е. точное согласование систем координат станка, инструмента и детали. Формирование размерных связей между указанными системами координат осуществляется на двух этапах: технологической подготовки и настройки станка.

На этапе технологической подготовки, кроме решения общих вопросов, связанных с разработкой технологического процесса, осуществляется выбор системы координат детали, пересчет размеров, выбор исходной точки обработки, составление управляющей программы.

Выбор исходной точки связан с выполнением таких условий, как минимизация вспомогательных ходов исполнительного органа, обеспечение безопасности смены инструмента, удобство закрепления заготовки, и обусловлен особенностями системы ЧПУ, схемой базирования, конструкцией приспособления.

Исходная точка обработки по координатам X , Y задается по одному из трех вариантов: от боковых установочных элементов приспособления; от оси установочного цилиндрического пальца; от оси отверстия, предусмотренного в приспособлении.

По координате Z исходная точка выбирается над деталью.

На этапе технологической подготовки возникают размерные связи, представленные векторами

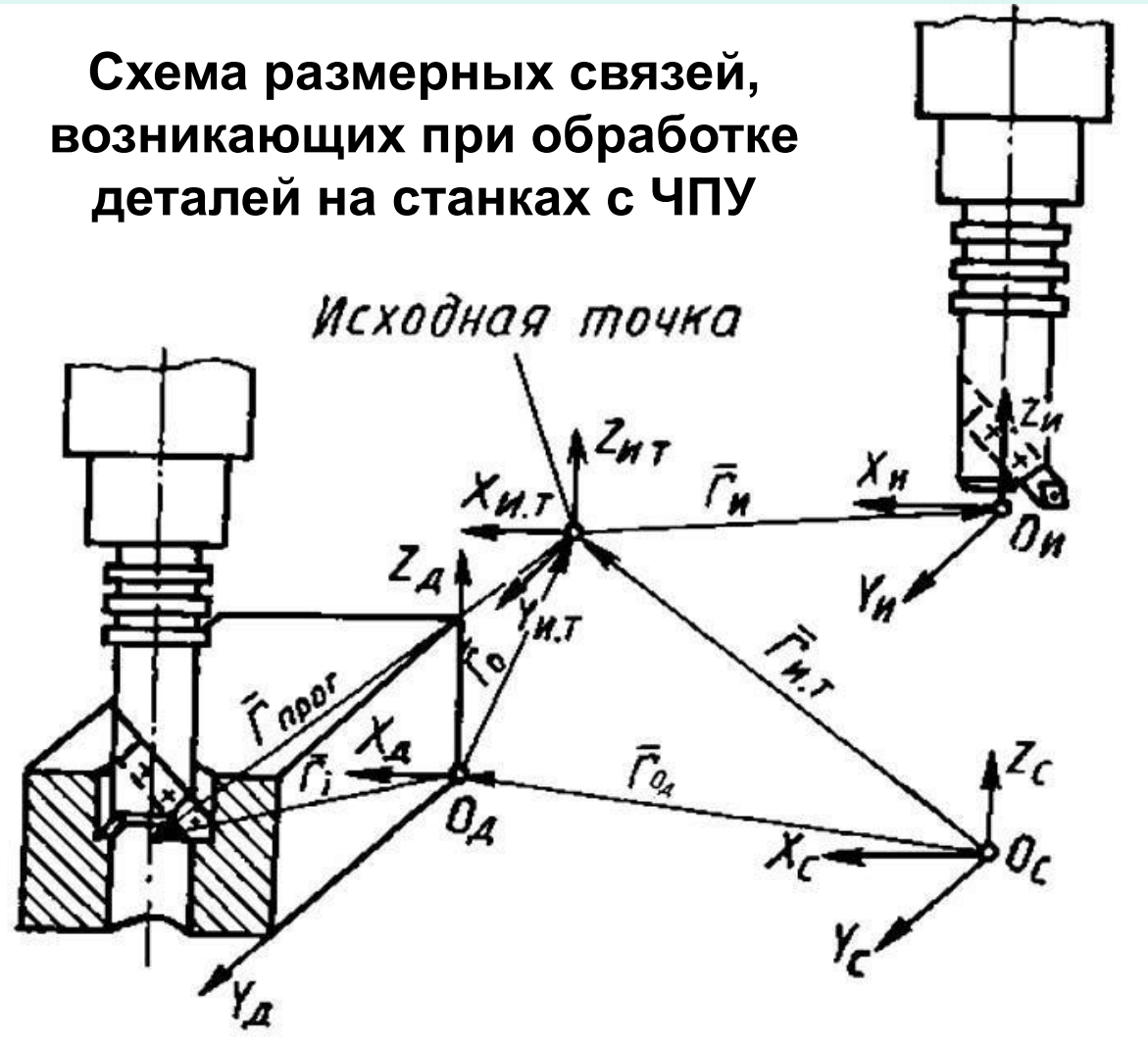
$$\vec{r}_i, \vec{r}_0, \vec{r}_{\text{прог}}$$

$$\vec{r}_{\text{прог}} = \vec{r}_i - \vec{r}_0,$$

где: $\vec{r}_{\text{прог}}$: \vec{r}_i \vec{r}_0

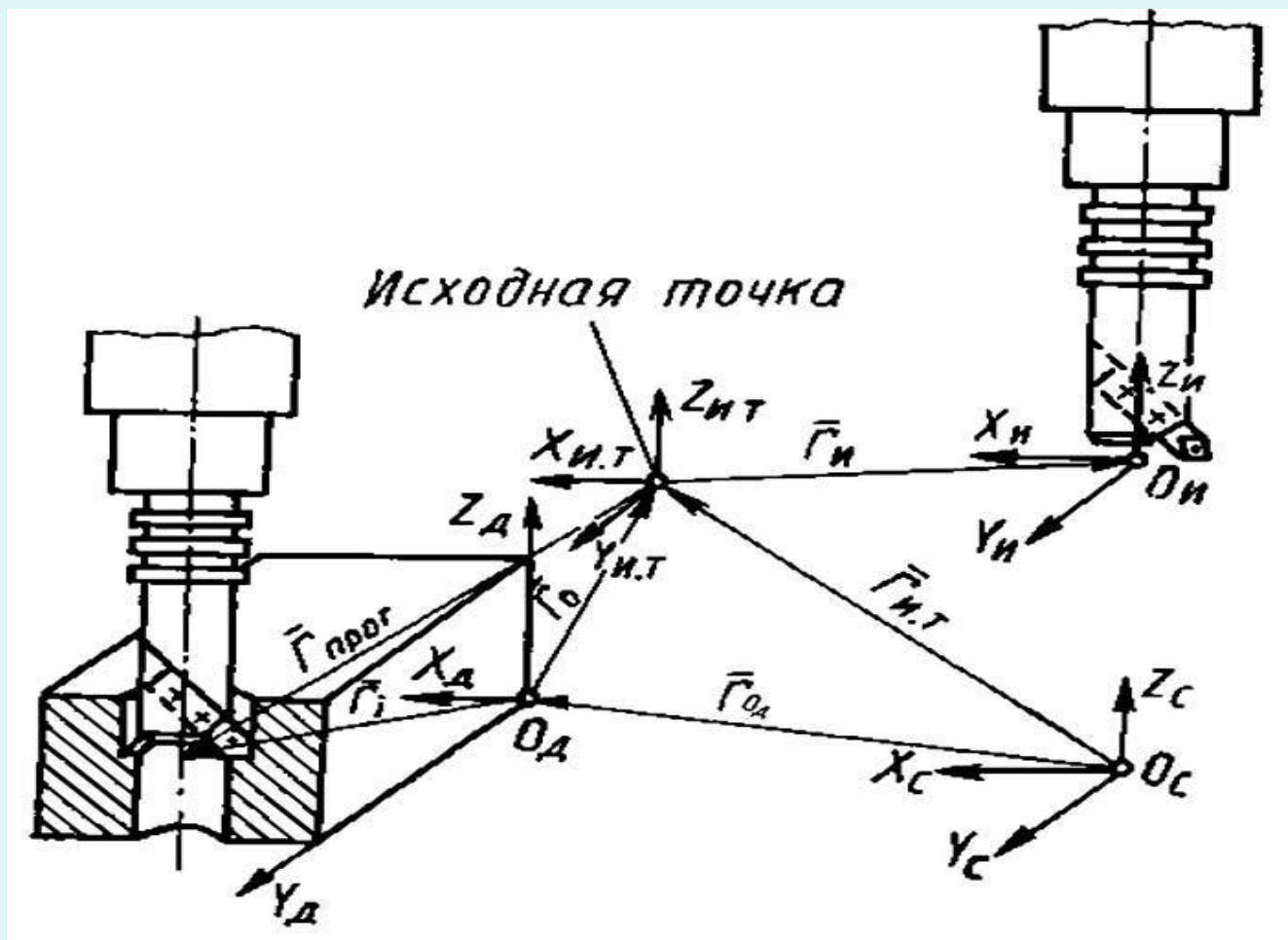
Соответственно радиус-вектора программируемой, опорной и исходной точек

Схема размерных связей, возникающих при обработке деталей на станках с ЧПУ



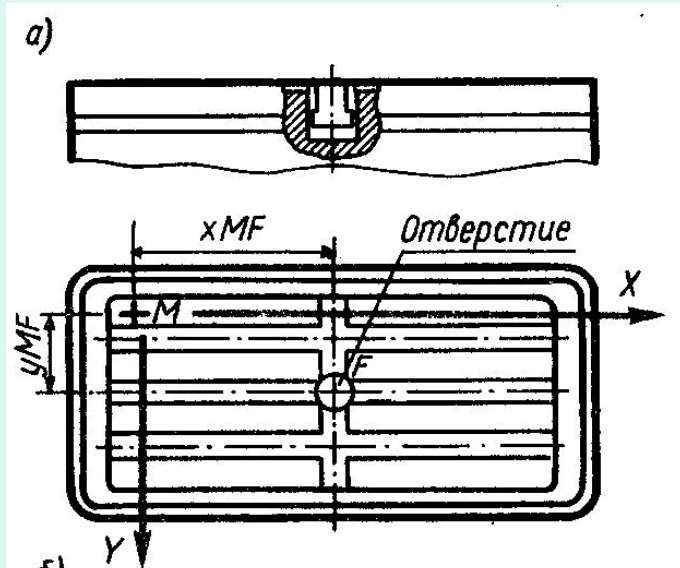
На этапе наладки станка устанавливаются размерные связи между системой его координат, относительно которой ведется отсчет размеров, исходной точкой, являющейся началом программы обработки, и инструментом. Так как исходная точка обработки материализуется опорно-установочными элементами приспособления, при размерной настройке определяется положение приспособления на станке (вектор $\vec{r}_{Oд}$)

Важным этапом наладки станка является также точное определение координат настроечной точки инструмента относительно базовой точки инструментального блока или центра поворота инструментальной головки.



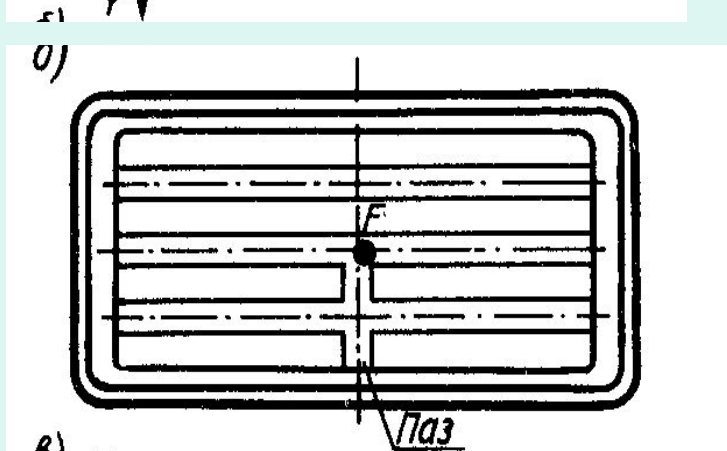
БАЗИРОВАНИЕ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК. НАЛАДКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

При определении схемы базирования заготовки на столе станка необходимо знать конструктивные особенности стола, в частности его элементов, обеспечивающих базирование приспособления или заготовки, и решить вопрос об использовании координатной плиты.

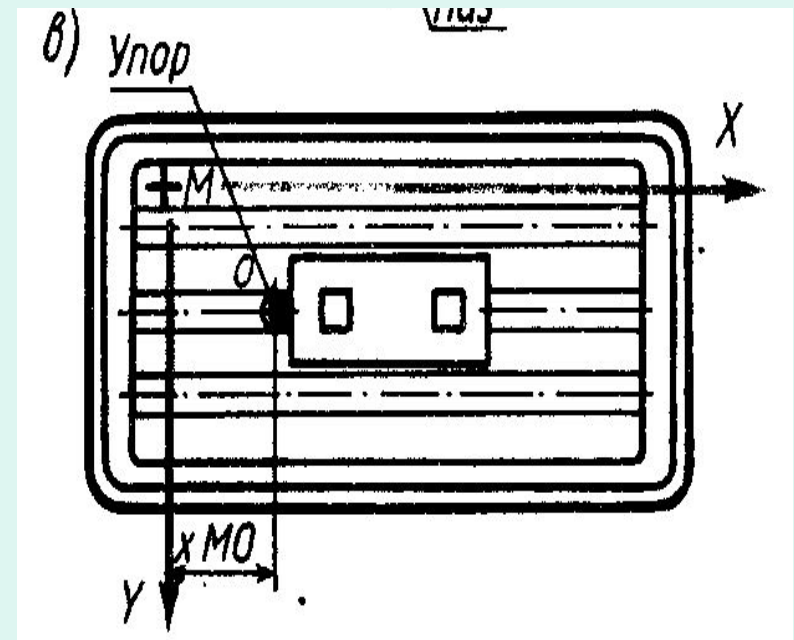


Типы столов на станках с ЧПУ:

с центральным отверстием

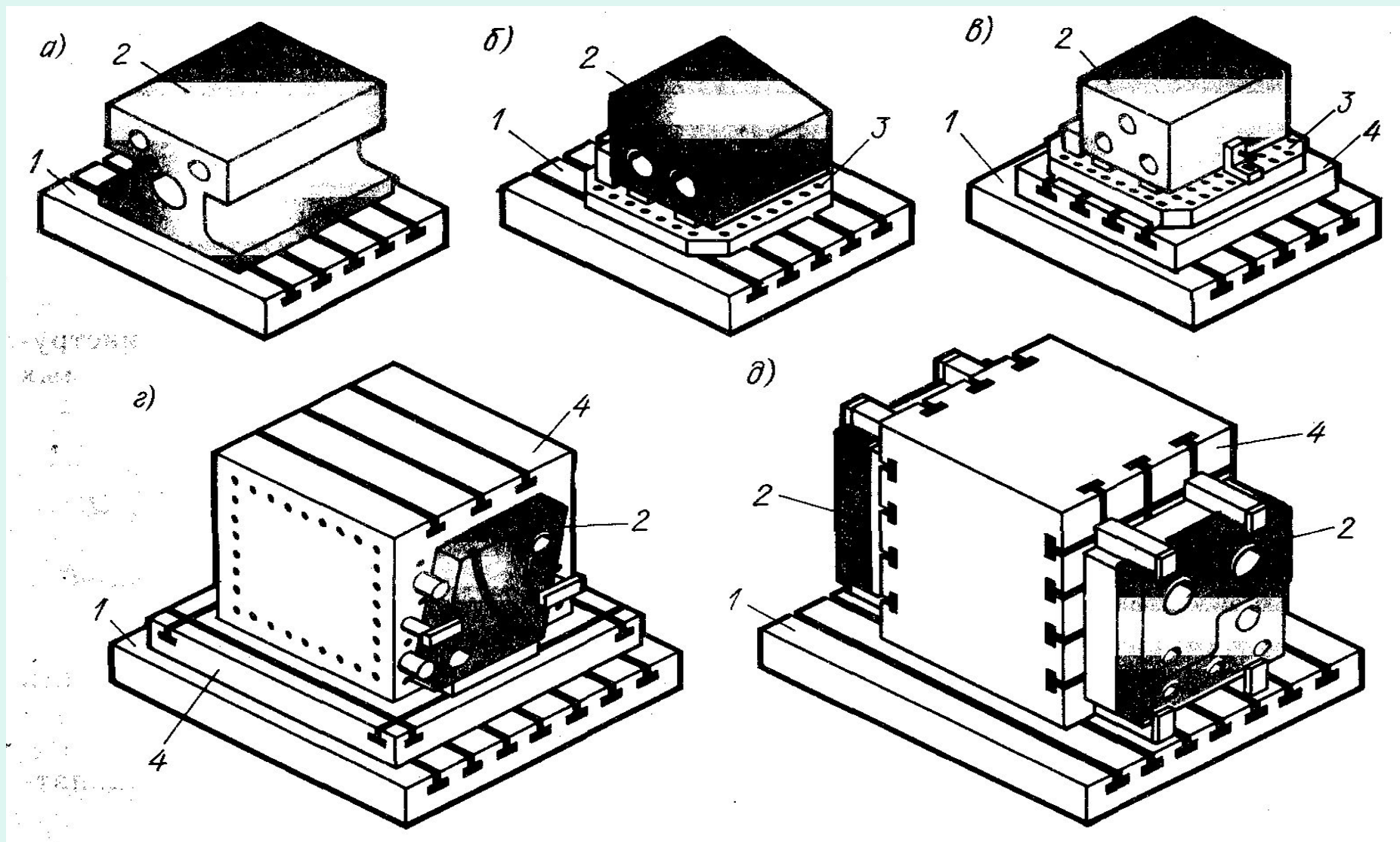


с центральным поперечным пазом



с центральным продольным пазом

Схемы установки заготовок на столе станка с ЧПУ



а - непосредственно на столе станка; **б** - в приспособлении на столе;
в – в приспособлении на координатной плите; **г, д** - непосредственно на координатной плите

Главные преимущества координатных плит:

1 - облегчают выверку положения детали или приспособления и размерную наладку инструмента.

2 – могут быть быстро и точно установлены относительно базовых поверхностей стола станка.

3 - отдельные точки плит точно определяются в системе координат станка.

Наладка подготовленных вне станка приспособлений заключается в правильном размещении их относительно рабочих поверхностей станка. Угловое расположение приспособления всегда должно быть верно выдержано.

Варианты линейного расположения приспособлений:

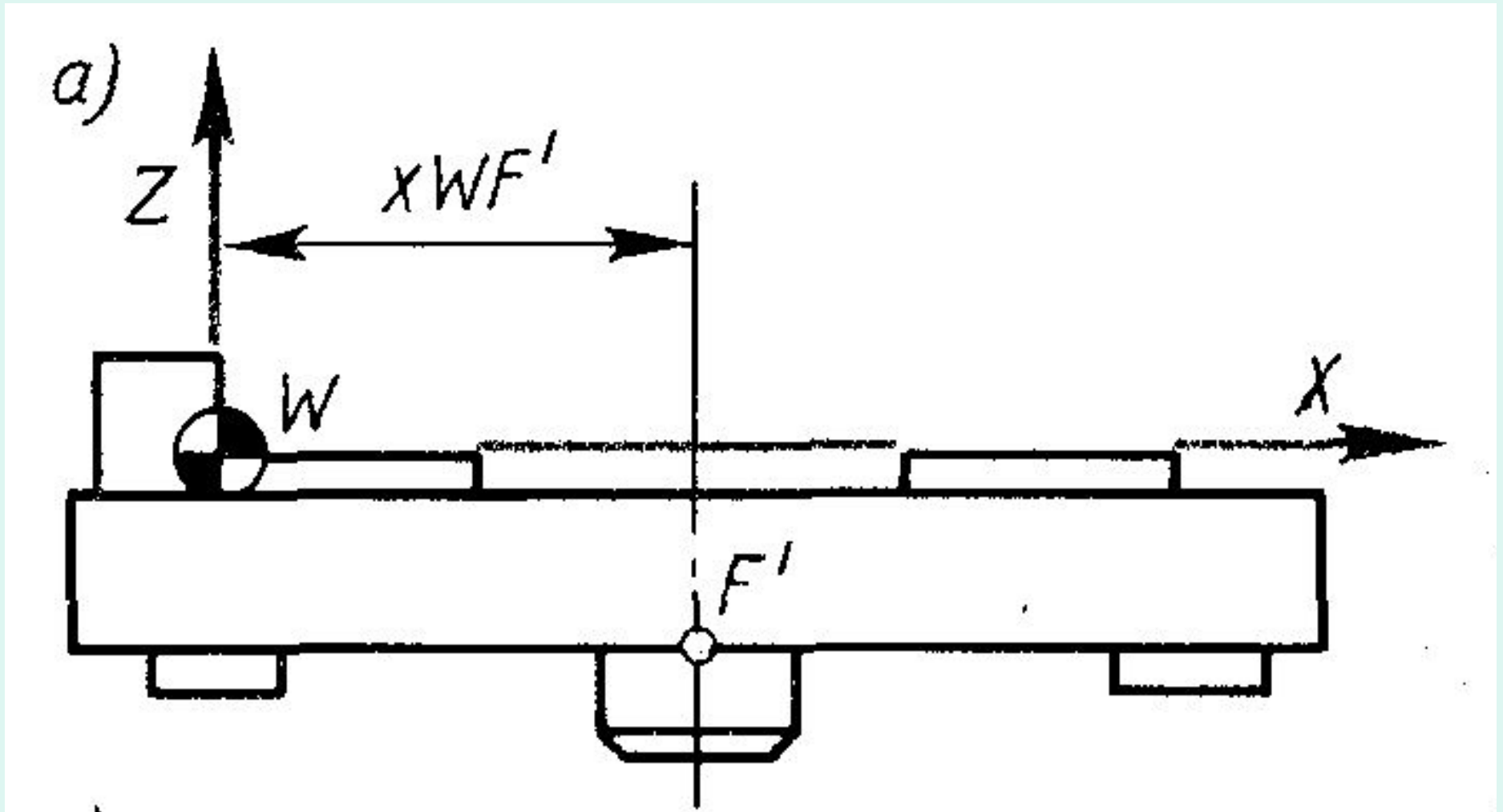
1. Приспособление может занять единственно возможное положение. В таком случае выверять приспособление не требуется. К этому варианту относятся крепление к шпинделю токарного станка самоцентрирующего зажимного патрона и поводковых устройств, установка глухого центра в шпиндель и вращающегося в пиноль задней бабки.

2. Управляющей программой допускается **произвольное расположение** приспособления вдоль осей координат. Такое размещение приспособления на столе свойственно сверлильным, фрезерным и расточным станкам в том случае, когда обработка ведется с одной стороны. Приспособление можно установить в любом месте на столе, выверив его в угловом направлении относительно линейных координат.

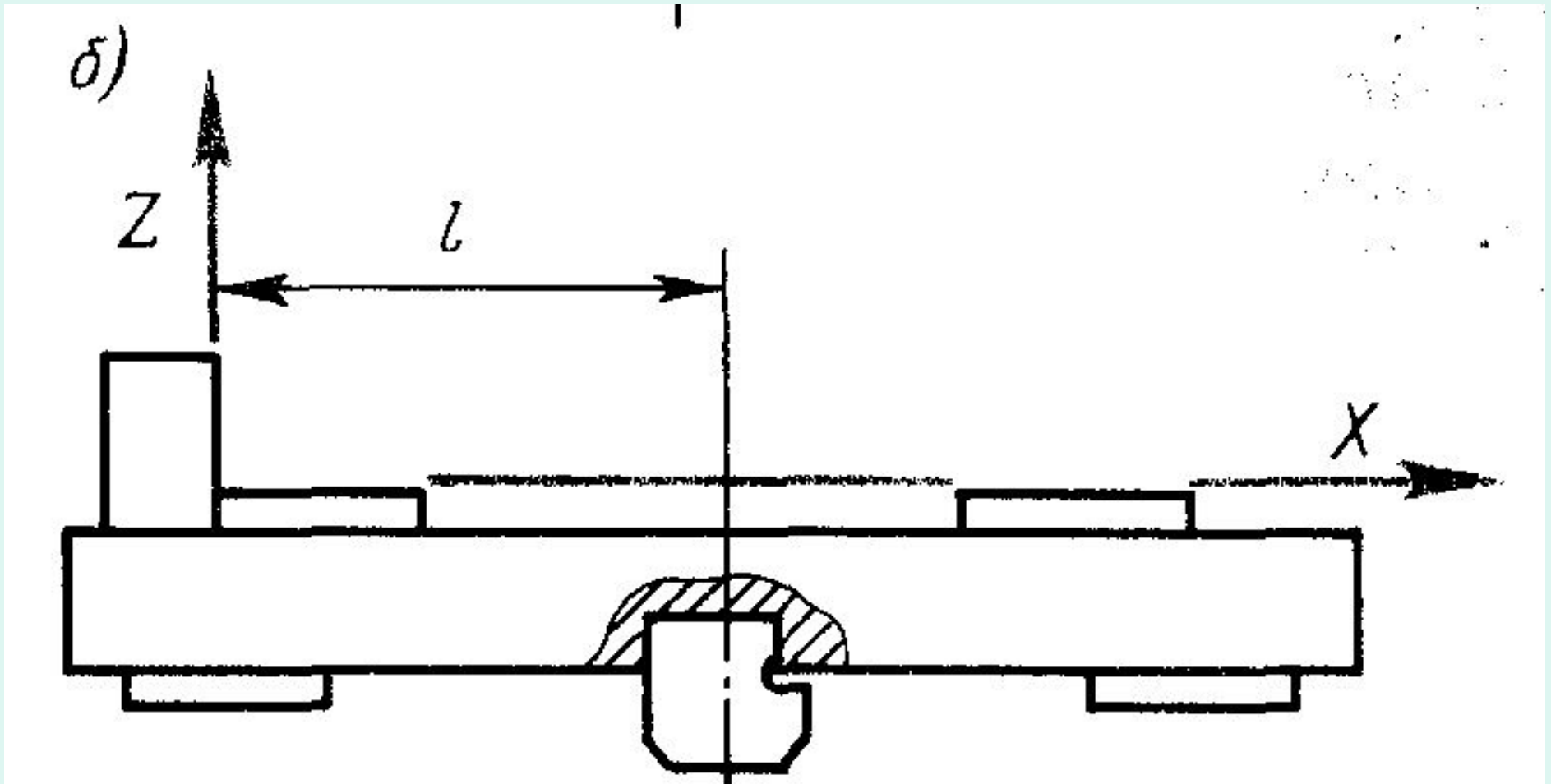
3. Приспособление должно занять относительно рабочих органов станка **единственно допустимое управляющей программой** положение из большого числа возможных. К этому варианту можно отнести настройку станка для обработки детали с нескольких сторон при повороте стола станка.

На столе станка приспособления можно ориентировать по-разному.

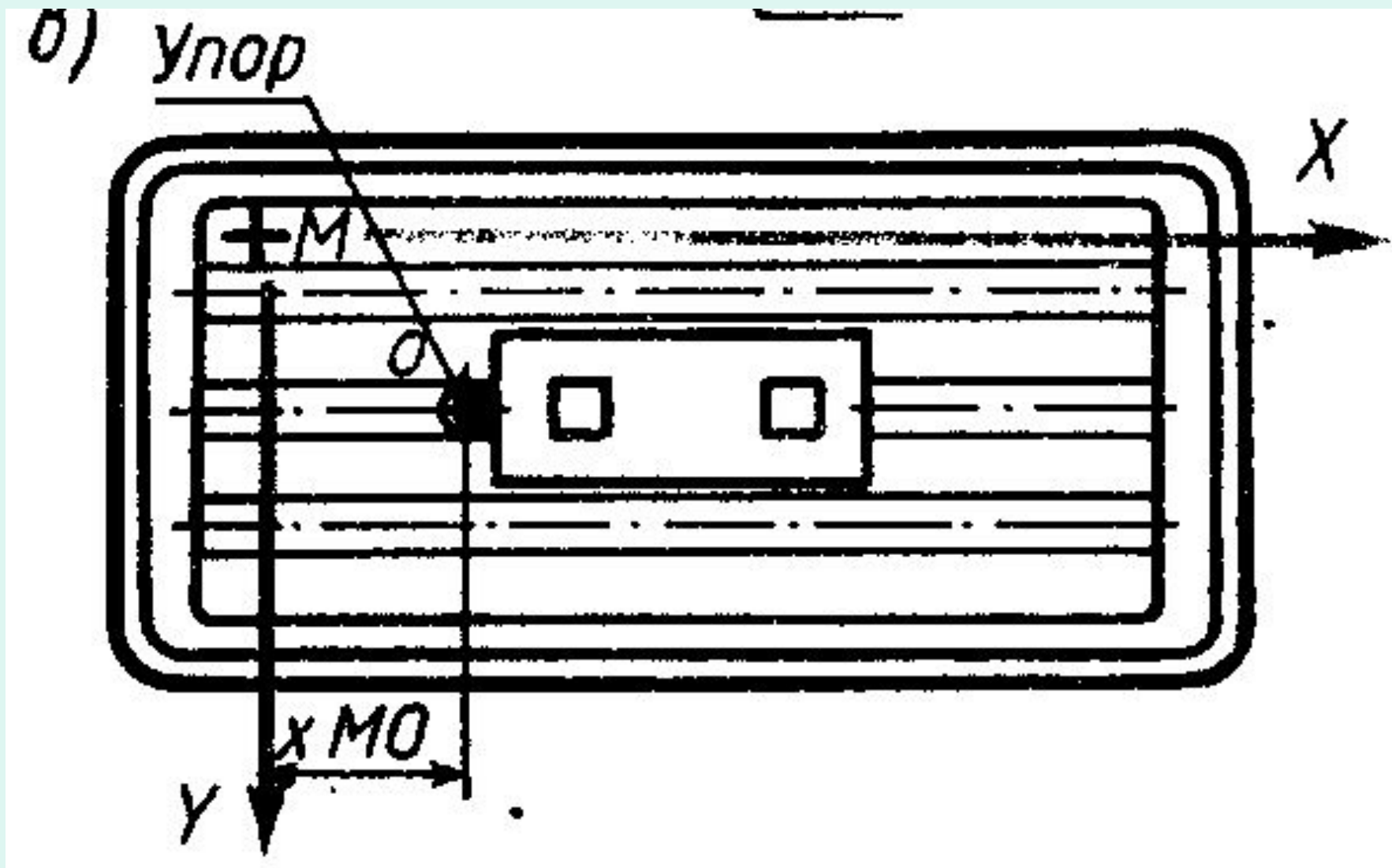
Если стол имеет **точный продольный Т-образный паз и центральное отверстие**, положение которых определено относительно нуля станка то опорная плита приспособления должна иметь две шпонки и базовый палец



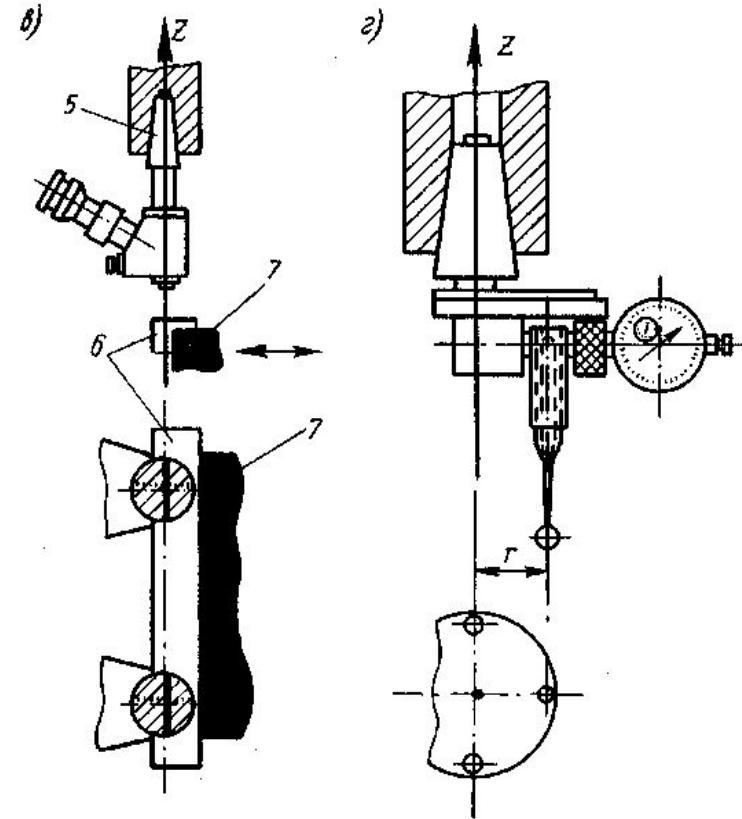
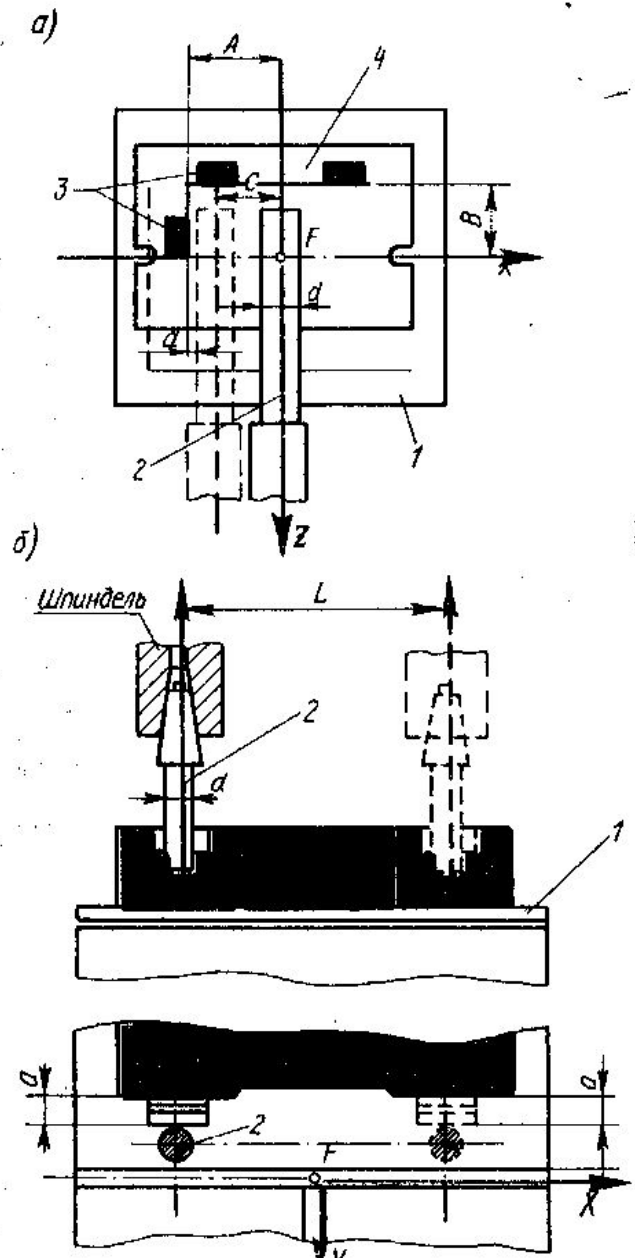
При наличии у стола станка **поперечного паза** на поверхности опорной плиты приспособления делают **три шпонки: две продольных и одну поперечную**. Такой способ установки приспособлений позволяет сравнительно точно разметить базовые элементы приспособления относительно начала координат станка.



Если стол станка имеет **только продольные пазы**, то ориентировать приспособление, опорная плита которого имеет две шпонки, в продольном направлении можно упором, положение которого предварительно выверяют и устанавливают на размер xMO .



Схемы выверки деталей и приспособлений на столе станка по оси шпинделя



а, б — с помощью мерной оправки (а — положение поворотного стола; б — продольное положение детали);

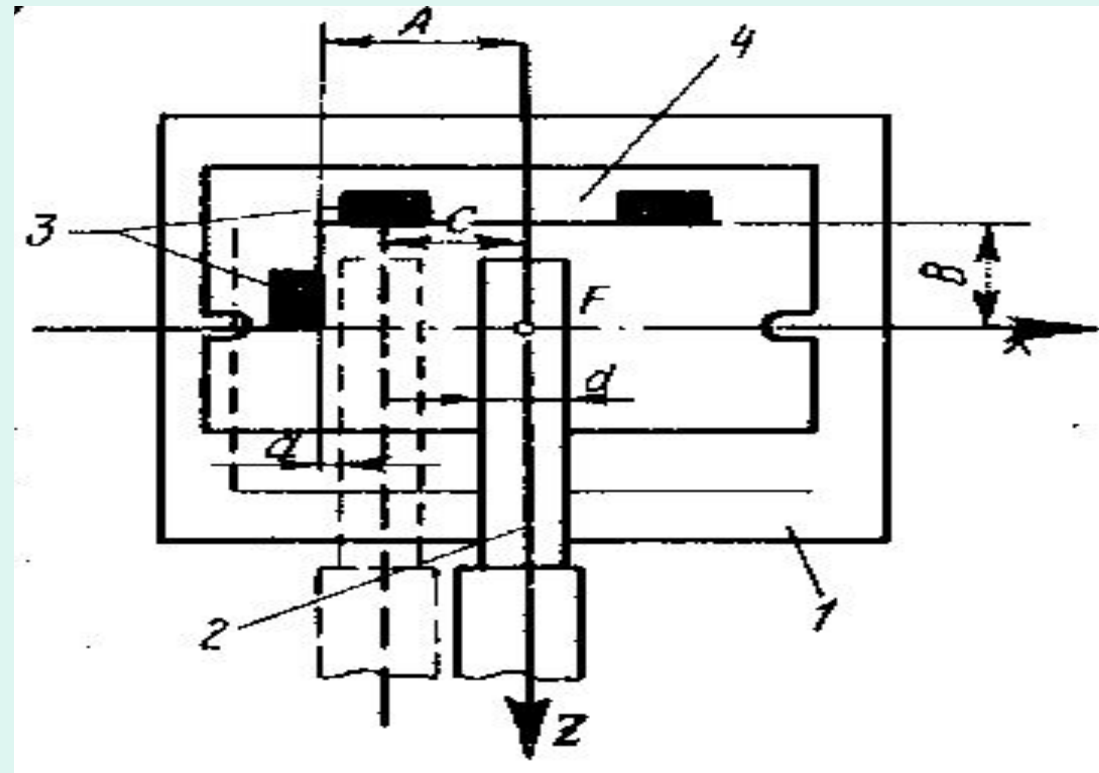
в, г — с помощью центроискателя (в — оптического; г — индикаторного)

Рис. 13.4. Схемы выверки деталей и приспособлений на столе станка по оси шпинделя: а, б — с помощью мерной оправки (а — положение поворотного стола; б — продольное положение детали); в, г — с помощью центроискателя (в — оптического; г — индикаторного)

Выверка положения базовых поверхностей приспособления относительно центра поворотного стола с помощью мерной оправки

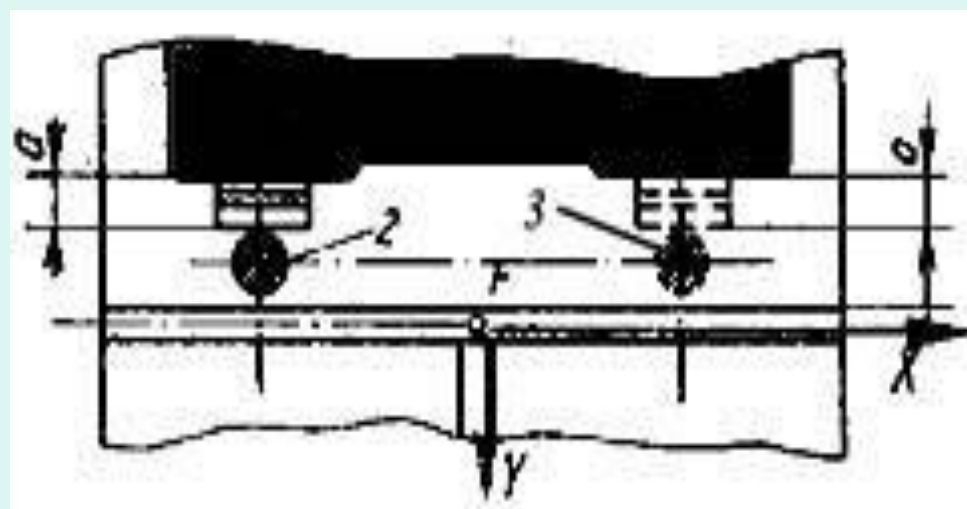
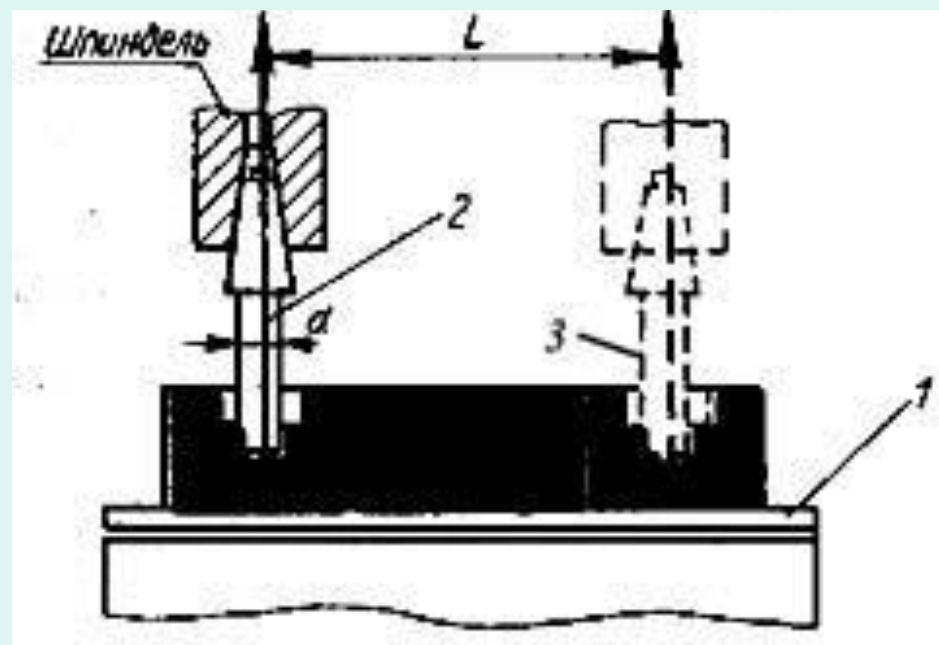
При отсутствии у приспособления элементов ориентации на столе станка или при необходимости более точной установки приспособления относительно базовой точки стола станка применяют способ выверки приспособлений по оси шпинделя. Так, если необходимо выверить положение базовых поверхностей элементов **3** приспособления **4** (размеры A и B) относительно базовой точки F — центра поворота стола **1** станка, то применяют мерную оправку **2** и набор мерных плиток (размер a).

Ось шпинделя с оправкой d совмещают с осью поворота стола, т. е. базовой точкой F стола станка. Положение F известно по паспорту станка и определяется по приборам индикации положения стола в направлении оси X . Затем в режиме ручного управления перемещают стол вправо на расстояние $C = A - a - d/2$ до соприкосновения поверхности оправки с блоком плиток (размером a). Правильность размера A и определяется с помощью набора мерных плиток. По результатам замеров приближают или отодвигают приспособление по оси X относительно оси поворота. После поворота стола на 90° выверяют размер B .



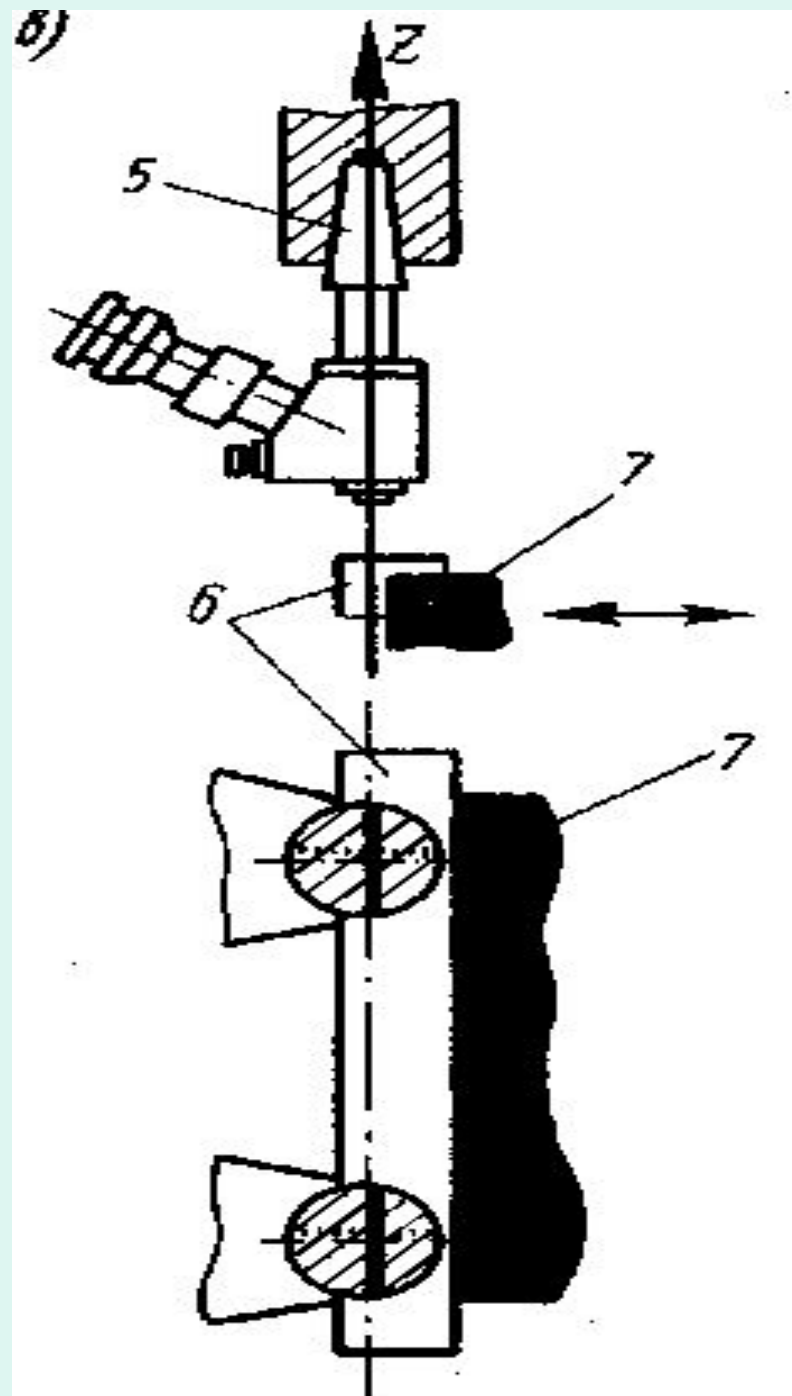
Выверка положения плоскостей базовых элементов приспособления или поверхностей детали в продольном и в поперечном направлениях.

Последовательно перемещают стол **1** станка из одного положения в другое и устанавливая заданный на требуемой длине L размер (набор плиток) между поверхностью мерной оправки **2** и выверяемой поверхностью **3**.



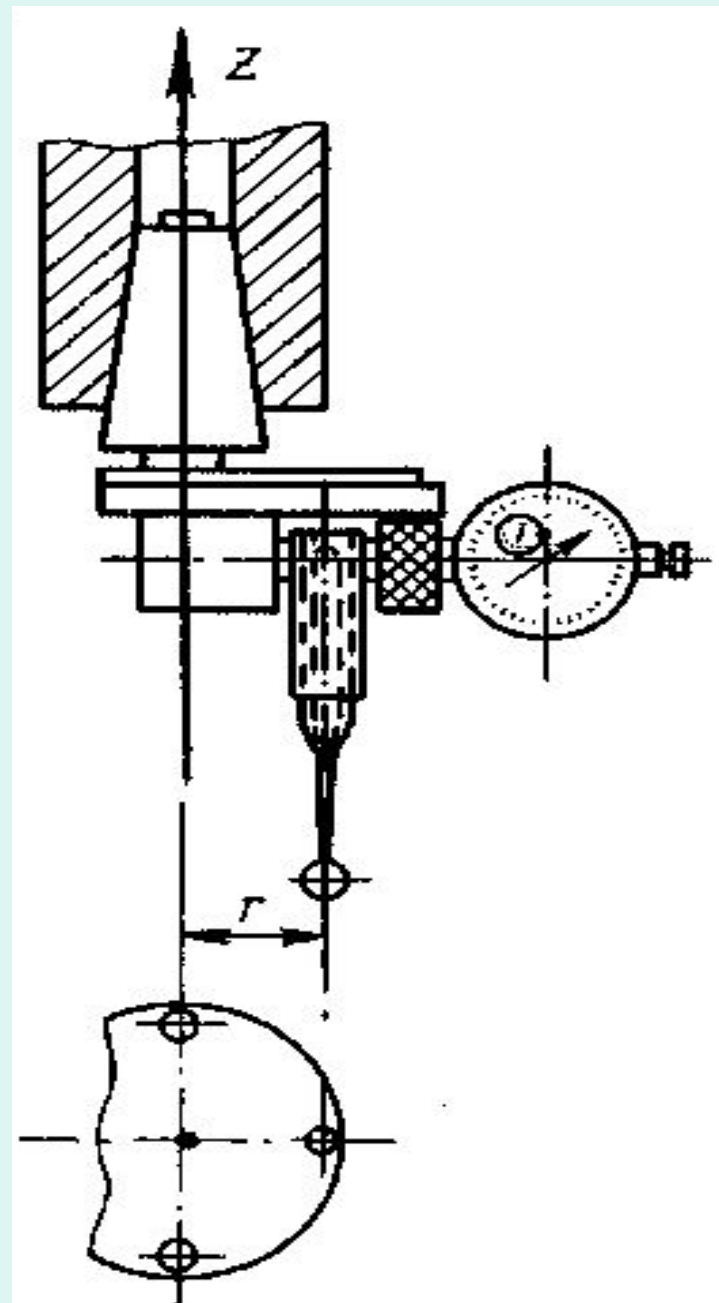
Выверка с помощью центроискателей

Оптический центроискатель устанавливают с помощью хвостовика 5 в шпинделе станка. На деталь 7 или базовые элементы приспособления помещают угольник 6, на верхней полированной поверхности которого имеется риска. Деталь перемещают вдоль плоскости стола до совпадения риски с перекрестием центроискателя.



Индикаторный центроискатель

помещают в шпиндель станка. Он фиксирует положение детали относительно оси шпинделя. Установив измерительную ножку прибора на расстоянии r относительно хвостовика, можно достаточно просто совместить ось базового отверстия (на детали или приспособлении) или наружной цилиндрической поверхности с осью шпинделя (поворачивая шпиндель или подводя последовательно измерительную ножку к разным точкам базовой поверхности).



Методы измерения длины и радиуса инструмента

Для того чтобы режущий инструмент приходил **в правильную позицию** необходимо **выполнить компенсацию его длины, то есть произвести смещение базовой точки шпинделя на величину, записанную в регистре длины этого инструмента**. В некоторых случаях нужно произвести коррекцию на радиус инструмента. Перед началом обработки оператор станка должен измерить длину и радиус каждого инструмента, использующегося в УП и записать числовые значения в соответствующие регистры системы ЧПУ.

Существует несколько методов для измерения длины и радиуса режущего инструмента: **метод касания заготовки; измерение вне станка при помощи специального измерительного устройства; автоматическое измерение на станке**. В настоящее время многие обрабатывающие центры оснащаются специальным датчиком касания. Обычно он расположен в углу рабочего стола и не мешает обработке. Измерение геометрических характеристик инструмента производится автоматически по специальной программе, заложенной в СЧПУ. Требуемый инструмент устанавливается в шпиндель, и по команде оператора автоматически подводится к датчику. Сначала инструмент подводится к датчику касания сверху. Так как система знает координаты датчика и базовой точки шпинделя, то в момент касания она производит вычисление абсолютной длины инструмента. Затем инструмент касается датчика сбоку, и система определяет его радиус. Перед началом цикла автоматического измерения оператор должен внести в регистры системы примерные значения длины и радиуса инструмента (можно замерить обычной линейкой), во избежание столкновения с датчиком. После измерения полученные данные сразу попадают в соответствующие регистры СЧПУ.

Наладка и установка режущего инструмента с использованием приборов

Определение положения вершины инструмента выполняется на специальных приборах. Приборы с подвижной в двух взаимно перпендикулярных направлениях кареткой. Оснащен микроскопом, проектором, индикатором, шаблоном или другим измерительным устройством

Приборы имеют подвижную каретку, которая может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях с линейками по которым отсчитывают численные значения перемещений каретки. Начало отсчета каждой из линеек совмещено с положением отсчетной точки. На верхней каретке находится устройство (микроскоп, проектор, индикатор, шаблон или другое измерительное средство), с помощью которого фиксируется момент совмещения заданного и фактического положений вершины режущего инструмента.

При проверке мерных инструментов перекрестие проектора устанавливают в точку с требуемыми координатами, инструмент досылают до базовых поверхностей инструментальной державки и закрепляют. При работе промежуточными инструментами приборы используют не для наладки инструмента, а для определения фактических значений его координат (W_x и W_z).

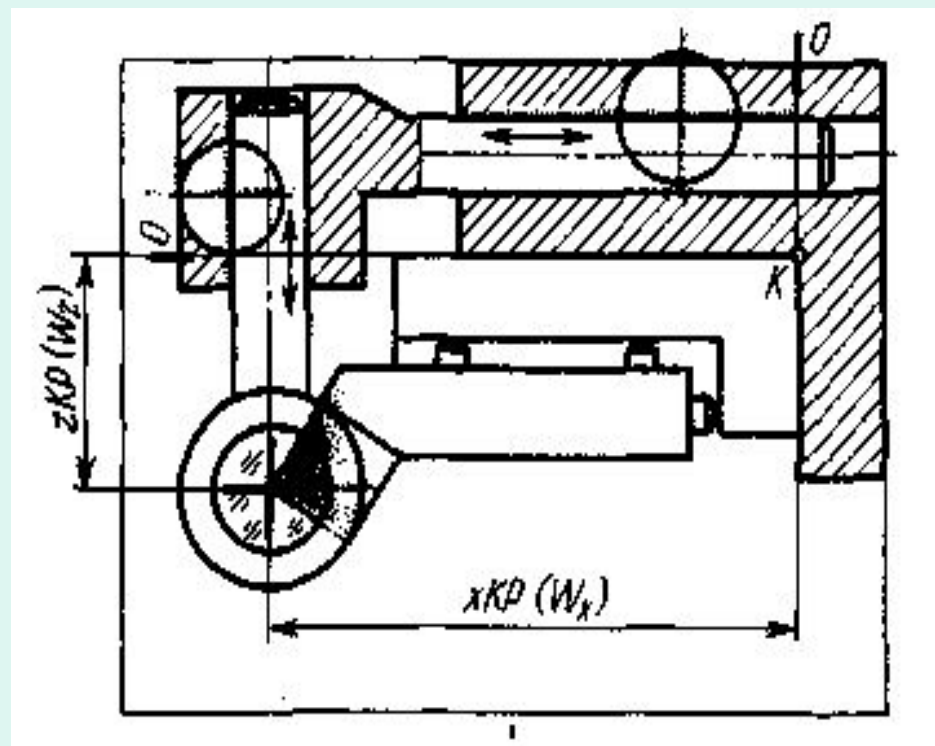
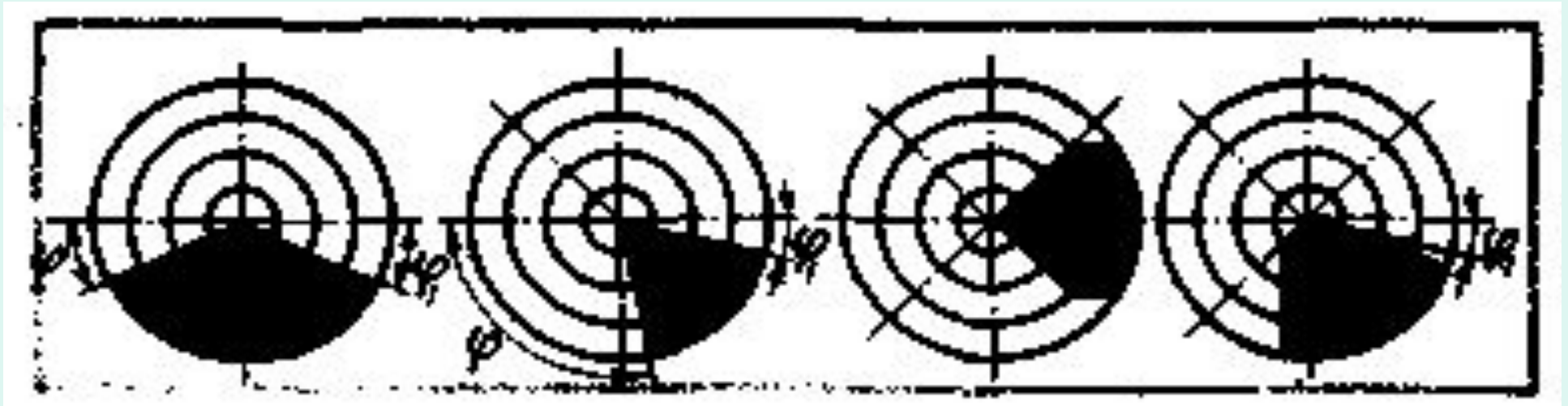


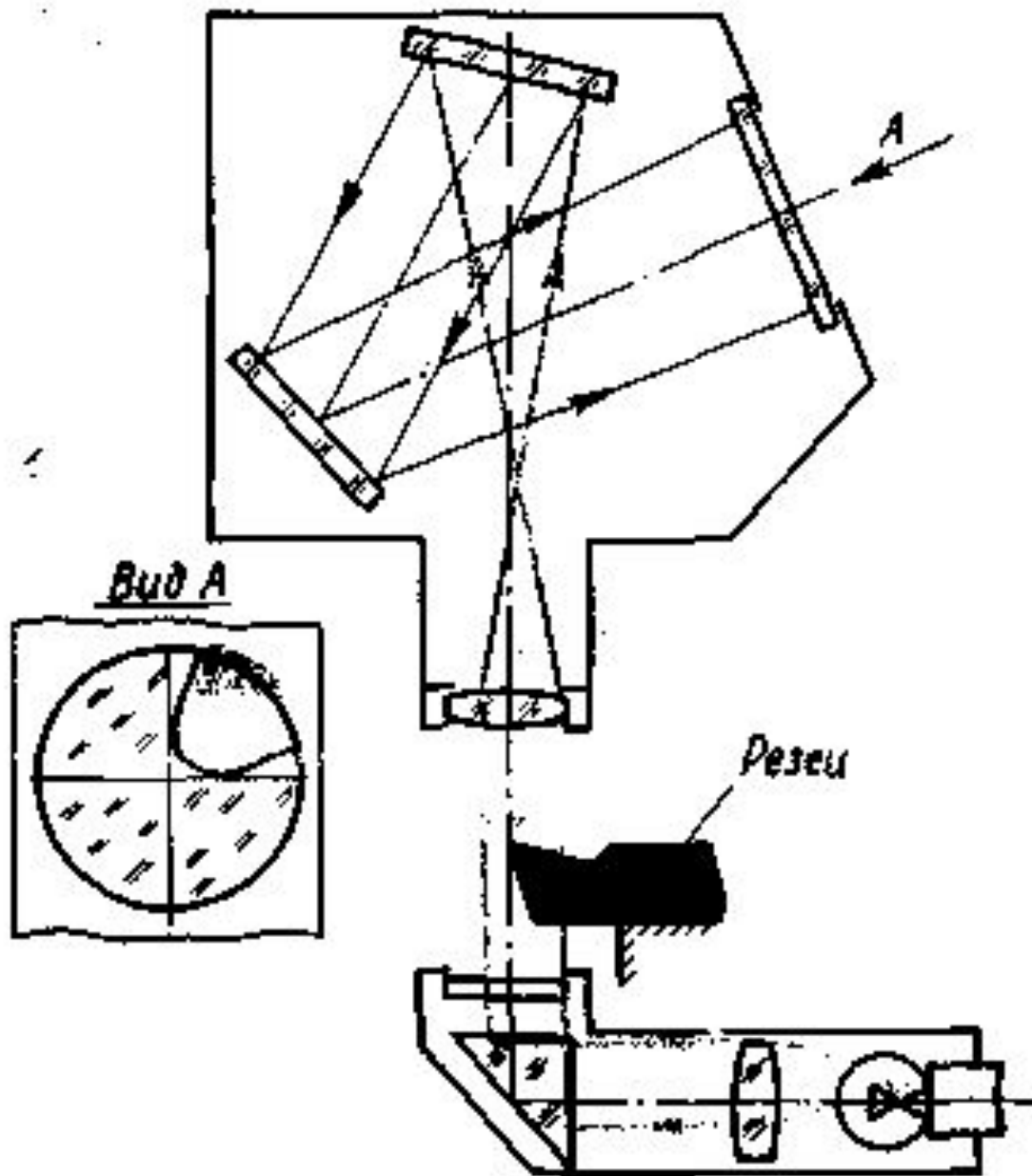
Схема прибора для наладки инструментов вне станка

С помощью оптических приборов можно проверять **правильность и точность исполнения режущей части инструмента**. На рис. показаны изображения на экране проектора режущей части резцов и сверла.



Используя поворот перекрестия подвижного экрана, можно проверить значения главного φ и вспомогательного φ_1 углов в плане, а с помощью кольцевых линий — значение радиуса при вершине.

Ценным качеством прибора является возможность контроля величины и расположения зачистной режущей кромки, которой снабжаются многие финишные инструменты (резцы, развертки). Эта кромка имеет небольшую длину, а вспомогательный угол в плане φ_1 (составляет всего $0—2^\circ$), причем в большинстве случаев допуск на угол задается односторонним и не превышает нескольких минут



Оптическая система
прибора **АНИС-75** для
наладки инструмента вне
станка.

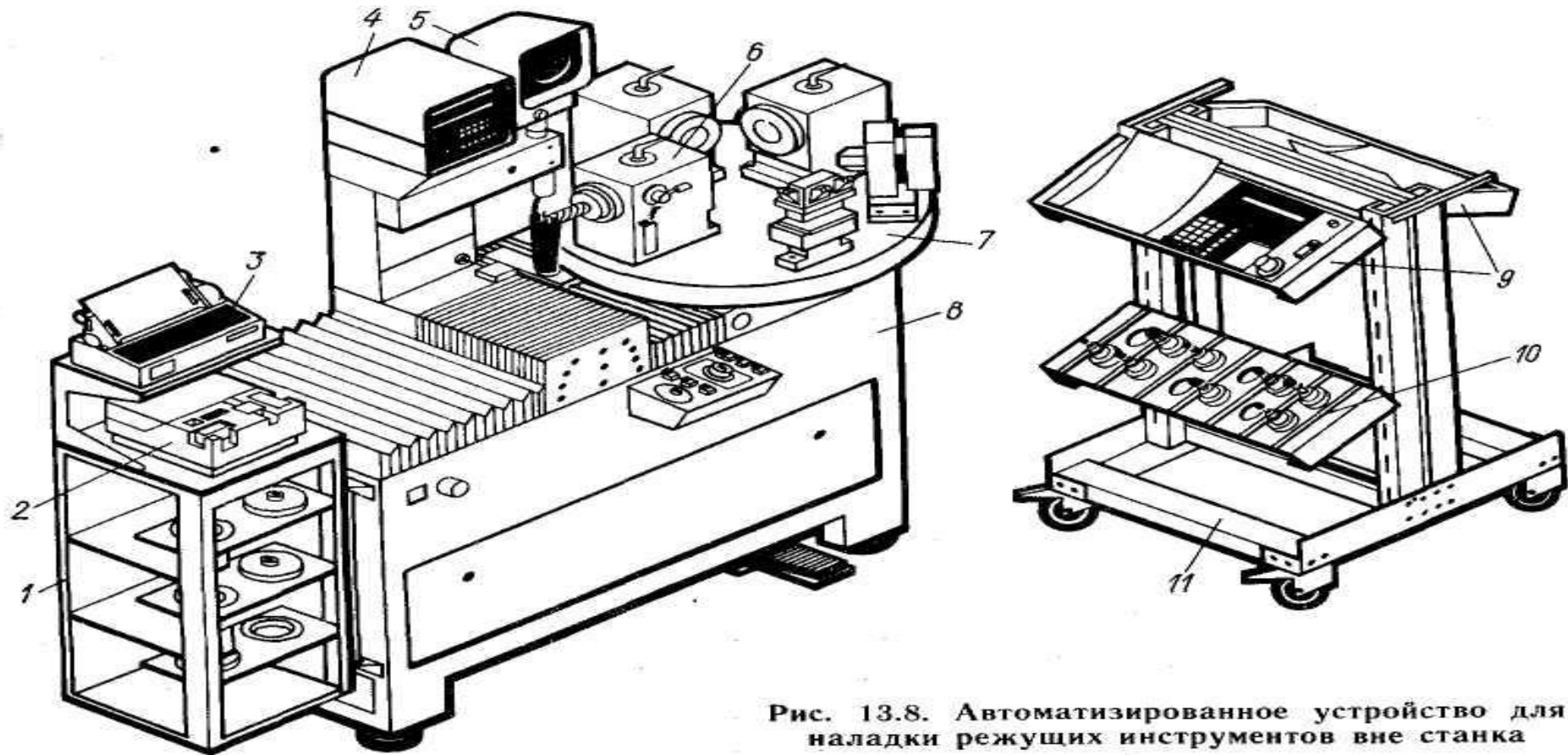


Рис. 13.8. Автоматизированное устройство для наладки режущих инструментов вне станка

Оптическая измерительная система позволяет определить (по экрану) положение рабочей точки (вылет) инструмента по соответствующим осям, т. е. значения коррекции по диаметру и длине. Эти величины вместе с кодом оправки и инструмента вводятся через клавиатуру в память мини-ЭВМ системы кодирования. После проверки всех заданных инструментов и введения коррекций на каждый инструмент по команде с пульта системы печатающее устройство выдает бланк наладки инструмента для данного станка, с которого данные по коррекции инструмента вводят в УЧПУ станка при подготовке его к работе.

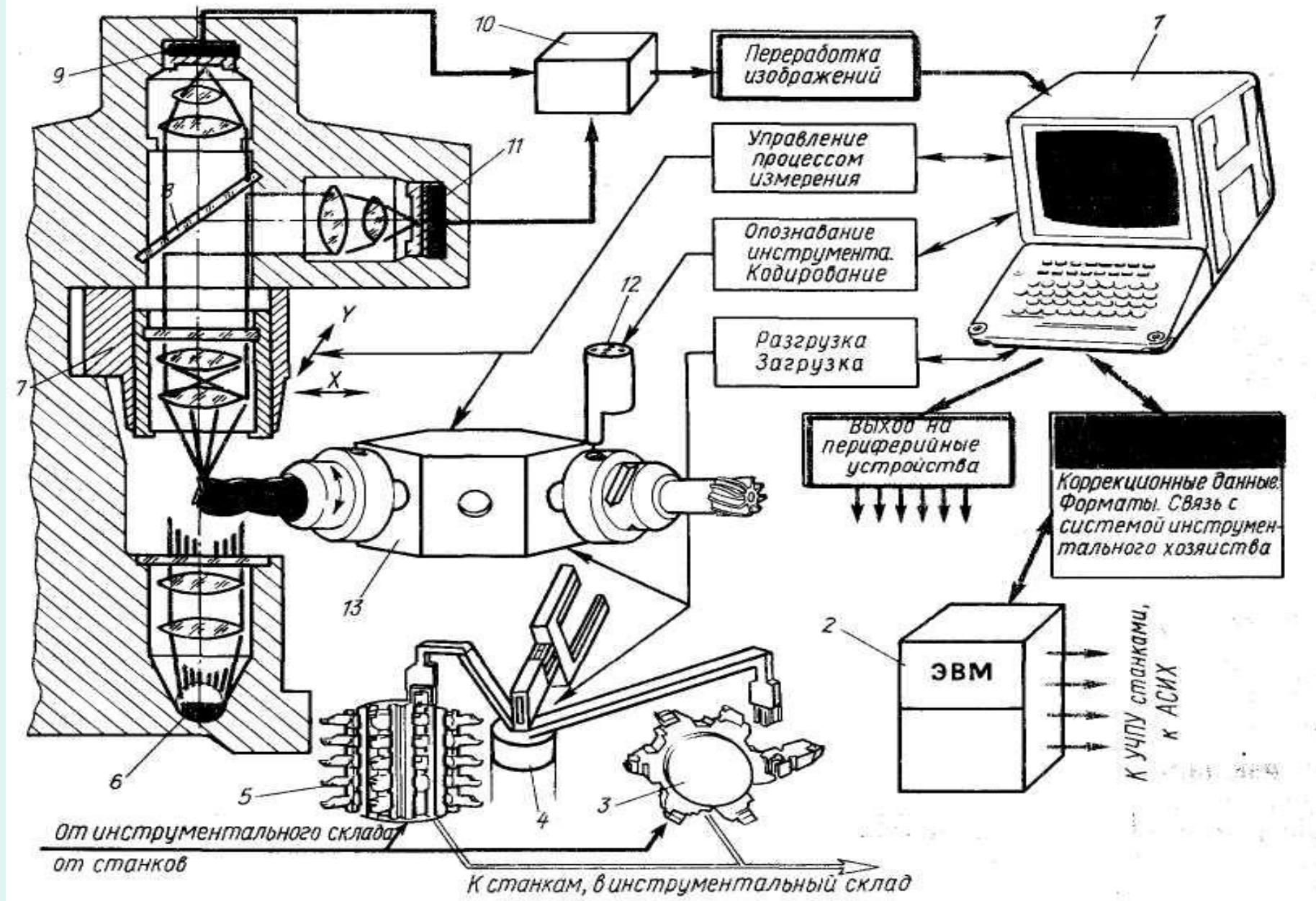


Схема оптико-электронной измерительной машины в зоне проверки и наладки инструмента автоматизированной системы инструментального хозяйства (АСИХ)

Установка режущего инструмента

Режущий инструмент при наладке станка с ЧПУ устанавливается в шпинделе или на суппорте с помощью вспомогательного инструмента в соответствии с **картой наладки**. В карте наладки для любого станка с ЧПУ должны быть указаны: модель станка; модель системы ЧПУ; номер управляющей программы; шифр и основные характеристики станочного приспособления; шифры и основные характеристики применяемых инструментов с номерами блоков или позиций револьверной головки и с данными для предварительной наладки инструментов на размер вне станка; последовательность наладки инструментов при выполнении цикла обработки; координаты точек начала обработки или координаты исходных положений рабочих органов.

Карту наладки обычно составляет технолог-программист в процессе разработки УП. Поскольку в станках с ЧПУ программируется движение базовых точек перемещающихся элементов станка, то для начала работы по программе необходимо знать расположение центра инструмента относительно базовой точки и положение его относительно нуля программы, т. е. точки с которой начинается программируемое перемещение инструмента. В ряде УЧПУ смещение (коррекция) начального положения инструмента осуществляется с пульта УЧПУ путем набора величины смещения на декадном переключателе. У остальных путем введения коррекции в управляющую программу.

Таблица 13.1. Карта наладки инструмента (форма)

Наладка инструмента				Карта наладки	Конструкторский код			Лидер
Номер блока	W_z	W_x	Инструмент		№ 74,	318	014	1111
№ 20	-7	-125	Сверло ∅ 25, 130 P18				№ программы 125 Модель станка АТПР2М12У УЧПУ 2С42 Сменные шестерни А53 Общая высота кулачка $l=57$ Координаты нулевых точек <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> x_0 z_0 </div>	
№ 28	+7	-125	Сверло ∅ 50, 130 P18					
№ 01	0	0	Резец 2102-0005 T15K6					
№ 02	+28	-15	Резец 5110-4030 T15K6					
№ 98	+28	-15	Резец 5110-4086 T15K6					
№ 03	+28	-15	Резец 5110-4030 T15K6					
№ 57	+28	-10	Резец 5110-4053 T15K6					
№ 04	0	0	Резец 2103-0007 T15K6					
№ 87	+28	-10	Резец 5110-4030 T15K6					

281 140

Режимы работы станков с ЧПУ.

Станки с ЧПУ могут работать в автоматическом, полуавтоматический и ручном режимах.

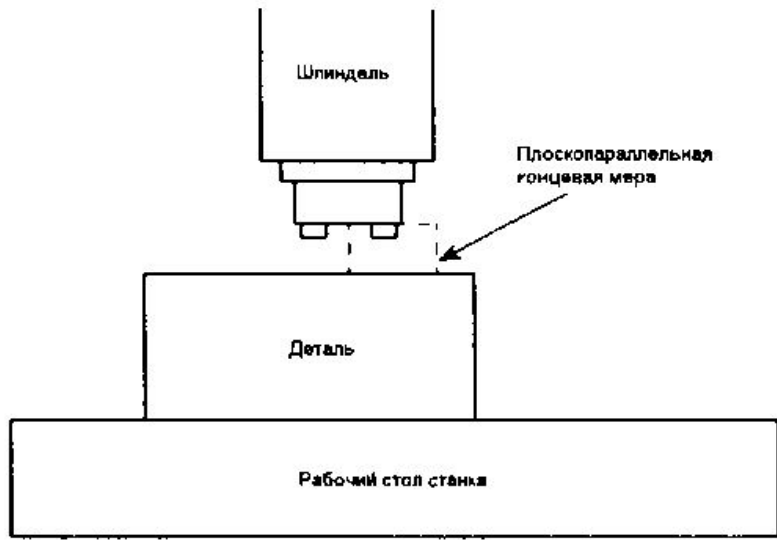
В автоматическом режиме УП, введенная от программоносителя, отрабатывается станком безостановочно до одной из вспомогательных команд останова **М00, М01, М02, М03**.

В полуавтоматическом режиме после отработки каждого кадра УП рабочие органы останавливаются, движение подачи возобновляется только после нажатия кнопки «Пуск».

Режим ручного ввода заключается в наборе на пульте управления информации и последующей ее отработки при нажатии кнопки «Пуск». Вводить информацию можно по всем адресам, но объем ввода **не должен превышать объема одного кадра**, т. е. можно иметь не более одной команды по каждому из адресов, за исключением некоторых, не противоречащих друг другу команд с адресами **G** (подготовительные функции) и **M** (вспомогательные функции), которых может быть несколько.

В ручном режиме можно включать все механизмы станка и осуществлять перемещения рабочих органов. Современные станки с ЧПУ имеют обычно два-три пульта, оснащенных органами управления и сигнализации.

Алгоритм нахождения нулевой точки детали по оси Z



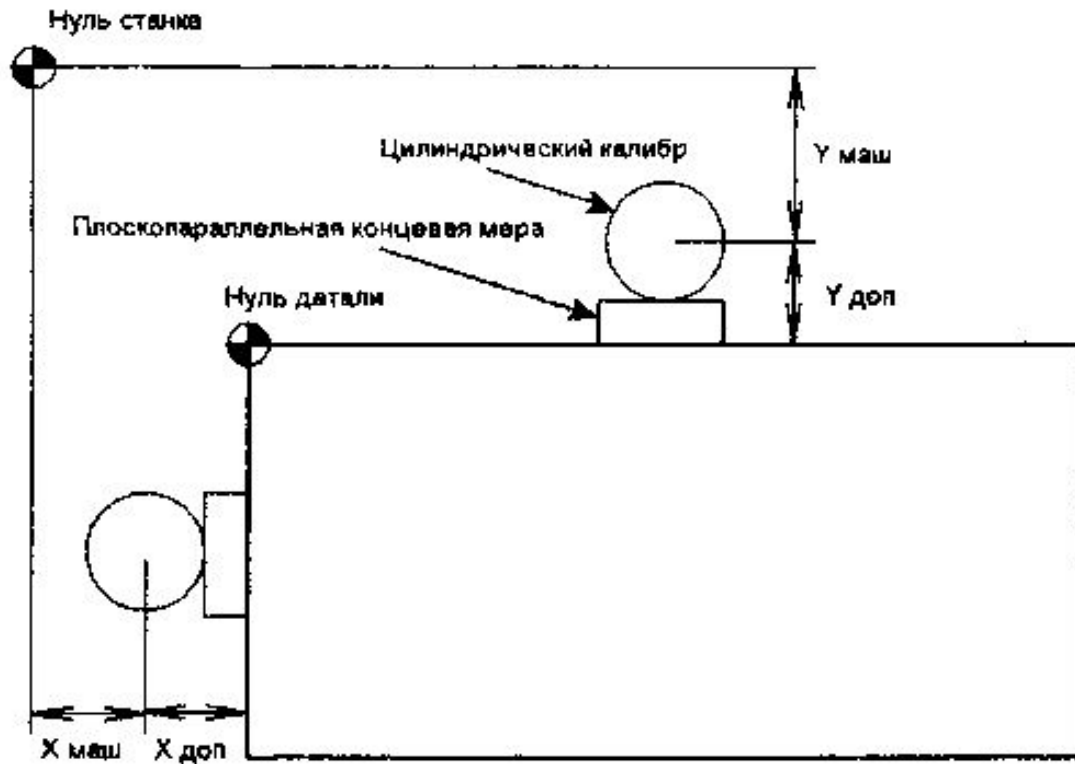
- 1) . Подготовить и держать поблизости плоскопараллельную концевую меру толщиной не более 25 мм.
- 2) . Подвести торец шпинделя в толчковом режиме к поверхности детали по оси **Z** на расстояние не более 50 мм.
- 3) . При помощи маховика или ручного генератора импульсов подвести торец шпинделя еще ближе к детали, так чтобы это расстояние стало меньше толщины

плоскопараллельной концевой меры.

- 4) . Положить плоско параллельную концевую меру на поверхность детали рядом со шпинделем.
- 5) . Постепенно перемещать шпиндель в положительном направлении по оси **Z** (вверх), непрерывно контролировать зазор между шпинделем и деталью.
- 6) . Как только плоскопараллельная концевая мера войдет между шпинделем и деталью, остановить движение шпинделя. Шпиндель установлен правильно, если при смещении плоскопараллельной концевой меры чувствуется небольшое сопротивление,
- 7) . Так как базовой позицией для шпинделя является точка пересечения его торца и оси вращения, то необходимо учесть толщину плоскопараллельной концевой меры.

Машинная координата по Z = -400; Толщина плоскопараллельной концевой меры = 25 мм
В регистр рабочего смещения по Z заносим = - 400 + (- 25)= - 425 мм

Алгоритм нахождения нулевой точки детали по осям X и Y



- 1) . Вставить в шпиндель цилиндрический калибр с известным диаметром, например 20 мм.
- 2) . В толчковом режиме подвести калибр к поверхности детали по оси X на расстояние не более 25 мм.
- 3) . Приложить к поверхности детали по оси X плоскопараллельную концевую меру.
- 4) . При помощи маховика постепенно перемещать шпиндель с калибром к детали вдоль оси X до касания с плоскопараллельной

концевой мерой. Шпиндель установлен правильно, если при смещении плоскопараллельной концевой меры чувствуется небольшое сопротивление.

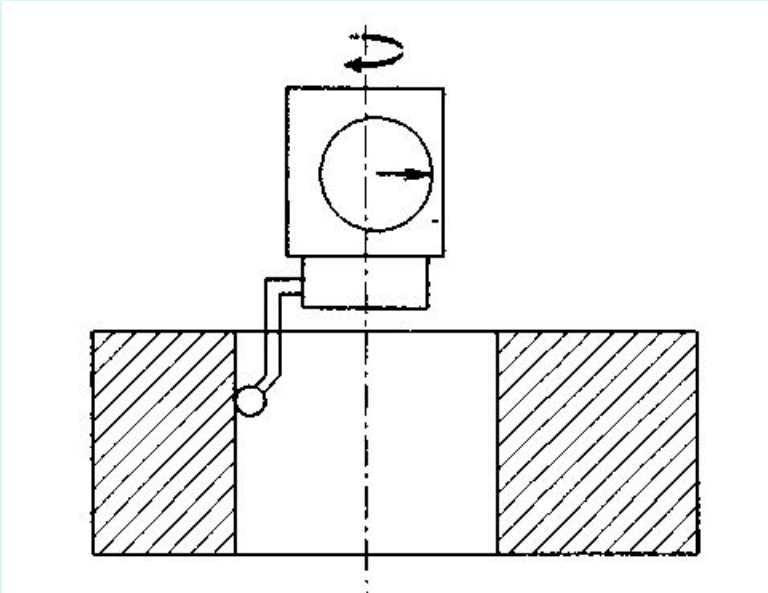
- 5) . Отметить машинную позицию шпинделя, учитывая радиус цилиндрического калибра и толщину плоскопараллельной концевой меры вычислить значение для ввода в регистр рабочего смещения по оси X.
- 6) . Ввести в регистр рабочего смещения по X значение, рассчитанное в п.7.
- 7) . В толчковом режиме подвести калибр к поверхности детали по оси Y на расстояние не более 25 мм.
- 8) . Приложить к поверхности детали по оси Y плоскопараллельную концевую меру.

9) . При помощи маховика постепенно перемещать шпиндель с калибром к детали вдоль оси Y до касания с плоскопараллельной концевой мерой. Шпиндель установлен правильно, если при смещении плоскопараллельной концевой меры чувствуется небольшое сопротивление.

10) . Отметить машинную позицию шпинделя, учитывая радиус цилиндрического калибра и толщину плоскопараллельной концевой меры вычислить значение для ввода в регистр рабочего смещения по оси Y .

11). Ввести в регистр рабочего смещения по Y значение, рассчитанное в п. 10.

Алгоритм нахождения нулевой точки в центре отверстия



- 1) . Установить в шпиндель стрелочный индикатор (центроискатель).
- 2) . В толчковом режиме подвести индикатор как можно ближе к центру отверстия над деталью.
- 3) . При помощи маховика осторожно вставить щуп индикатора в отверстие.
- 4) . Прислонить щуп к стенке отверстия.

5) . Используя вращательное движение, юстировать положение осей **X** и **Y** шпинделя до тех пор, пока показываемый индикатором дисбаланс не окажется в допустимых пределах.

6) . Записать машинные координаты по **X** и **Y** в соответствующие регистры рабочих смещений.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что понимают под наладкой и подналадкой станков с ЧПУ?
2. Какие виды работ выполняют при осуществлении наладки станков с ЧПУ?
3. Какие задачи решают при осуществлении наладки в условиях единичного, мелкосерийного, серийного и массового производства?
4. Что понимают под размерными связями на станках с ЧПУ и на каких этапах производят их определение?
5. Какие условия должны соблюдаться при выборе исходной точки?
6. Какие варианты задания координат исходной точки по осям **X** и **Y** обычно используют?
7. Какие типы столов применяют на станках с ЧПУ?
8. Какие основные схемы установки заготовок используют на станках с ЧПУ?
9. Назовите основные преимущества координатных плит?
10. Какие варианты линейного расположения приспособлений на станках с ЧПУ существуют?
11. Назовите варианты ориентации приспособлений на столах станков с ЧПУ

12. Какие схемы выверки деталей и приспособлений по оси шпинделя применяют на станках с ЧПУ?
13. В чем суть метода выверки положения базовых поверхностей приспособления относительно центра поворотного стола с помощью мерной оправки?
14. В чем суть метода выверки положения базовых плоскостей приспособления или поверхностей детали в продольном и поперечном направлении?
15. В чем суть метода выверки положения детали с помощью центроискателей?
16. Какие методы используют для измерения длины и радиуса инструмента?
17. Как и что проверяют при наладке инструмента вне станка?
18. Что указывают в карте наладки при установке инструмента?
19. Какие методы используют при установке рабочей системы координат?