

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

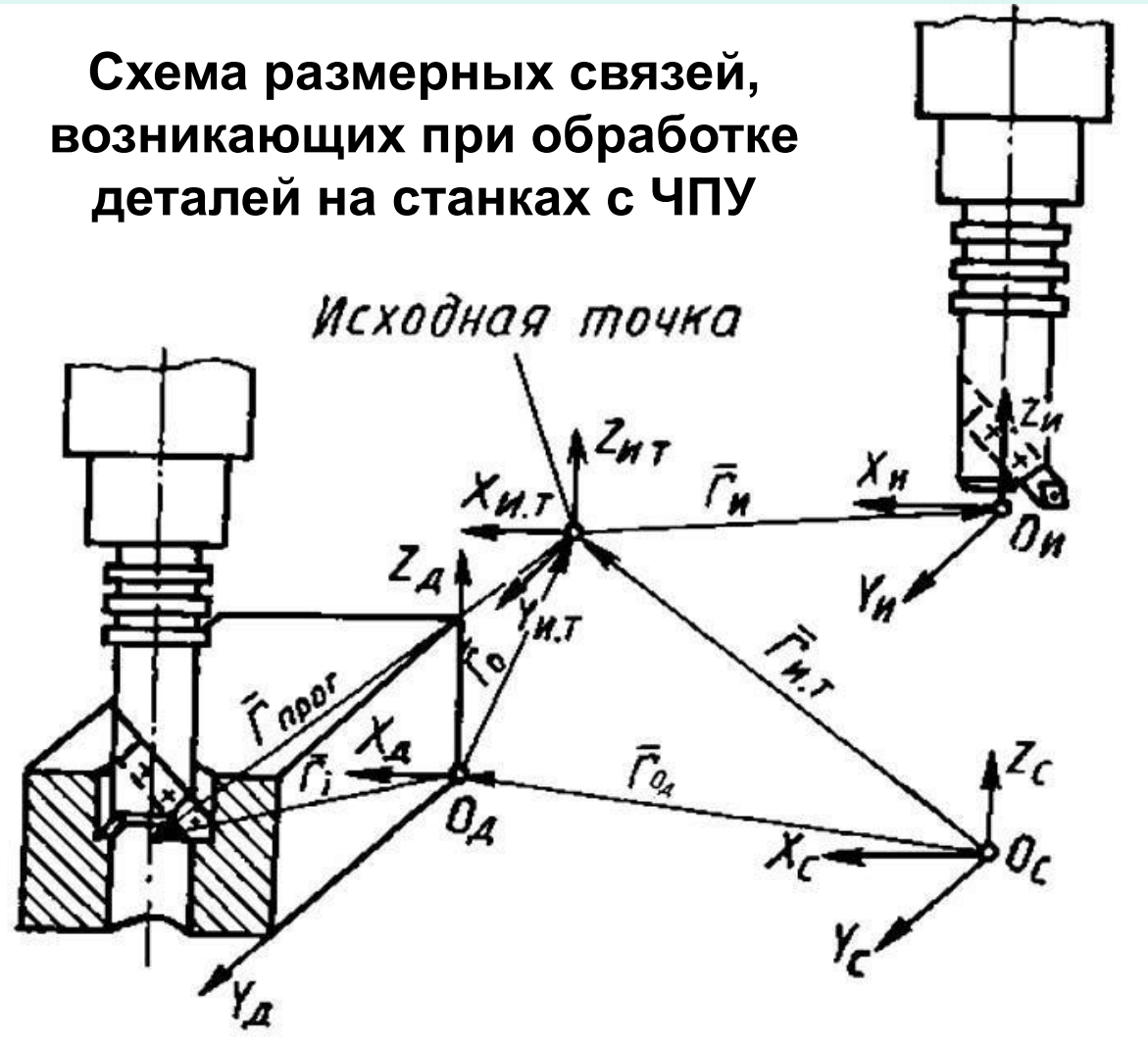
$$\vec{r}_i, \vec{r}_0, \vec{r}_{\text{прог}}$$

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

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

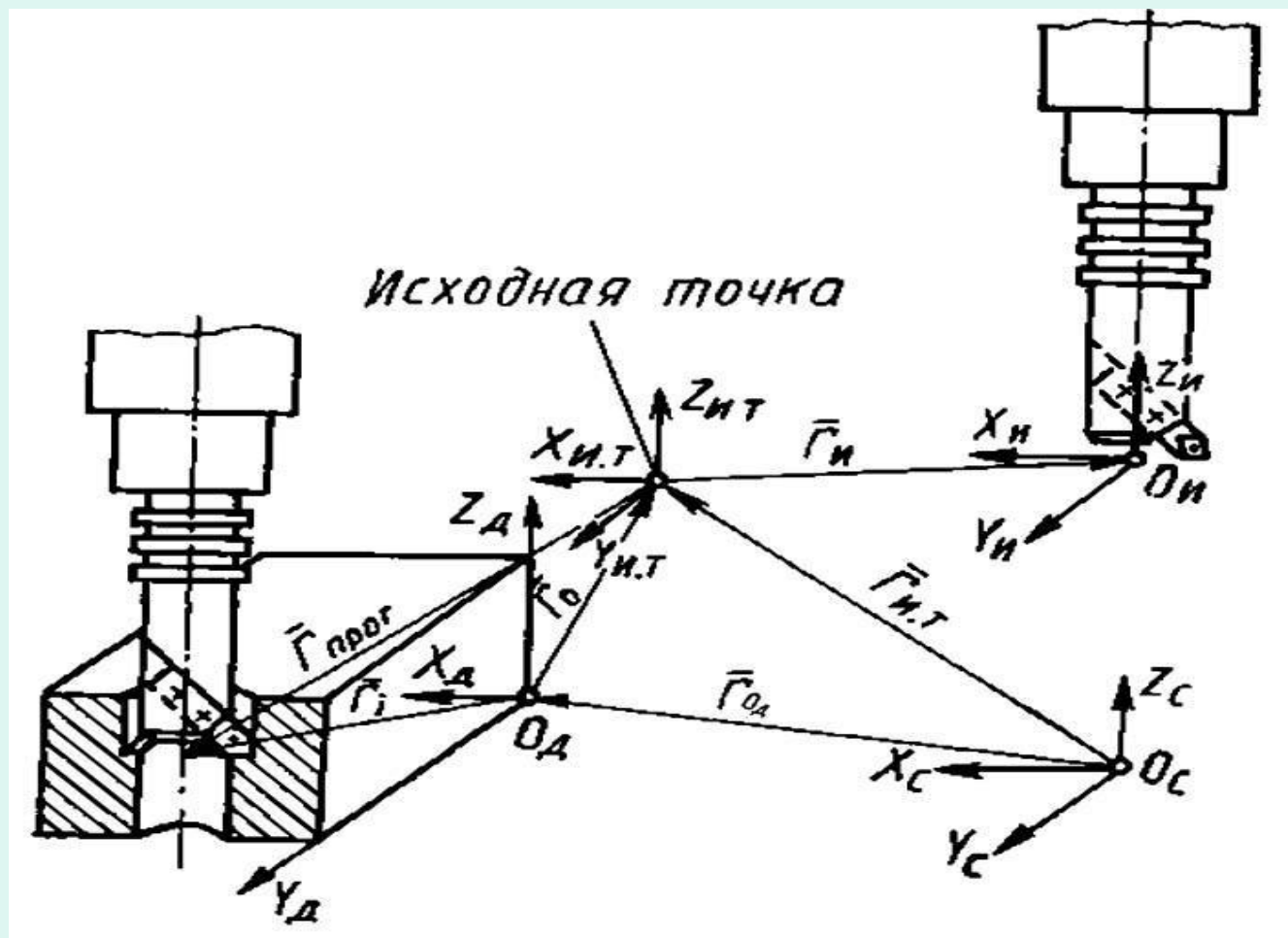
Соответственно радиус-вектора программируемой, опорной и исходной точек

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



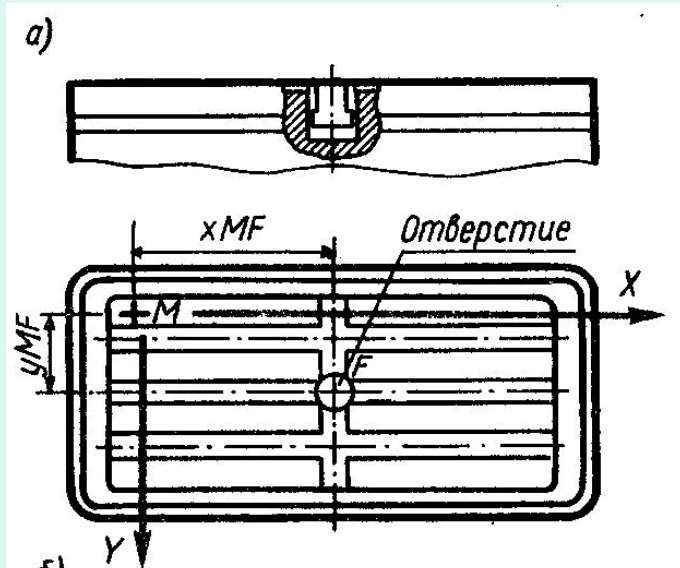
На этапе наладки станка устанавливаются размерные связи между системой его координат, относительно которой ведется отсчет размеров, исходной точкой, являющейся началом программы обработки, и инструментом. Так как исходная точка обработки материализуется опорно-установочными элементами приспособления, 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.



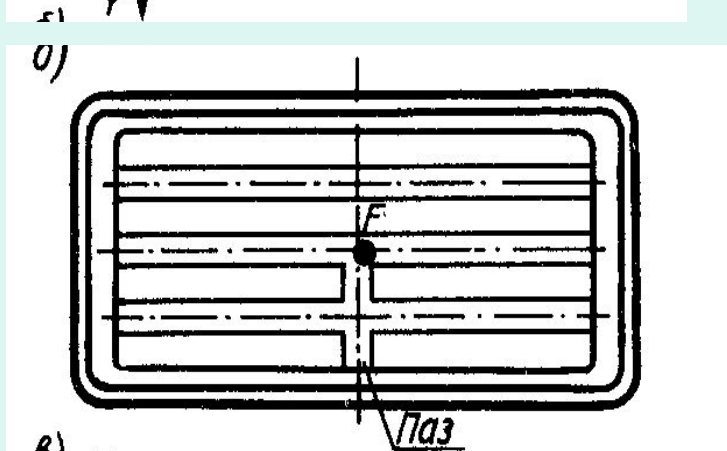
БАЗИРОВАНИЕ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК. НАЛАДКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

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.

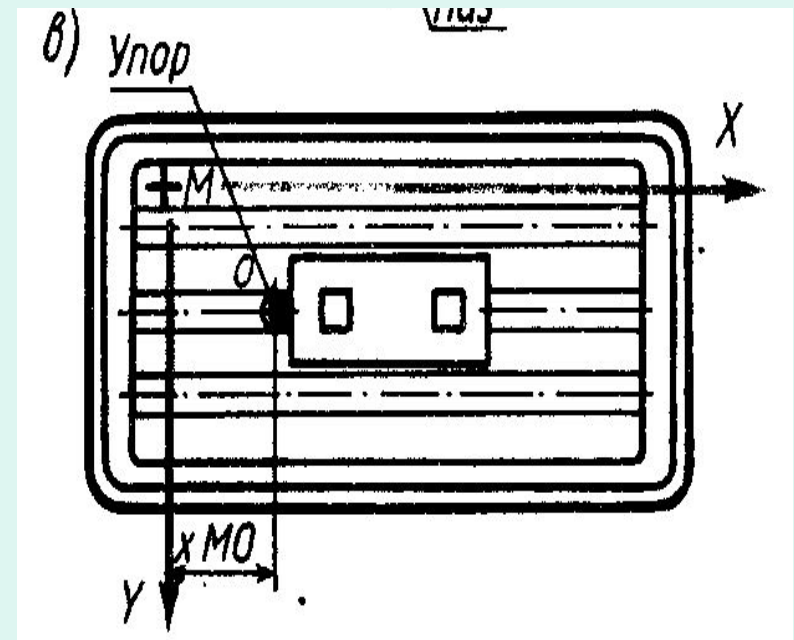


Типы столов на станках с ЧПУ:

с центральным отверстием

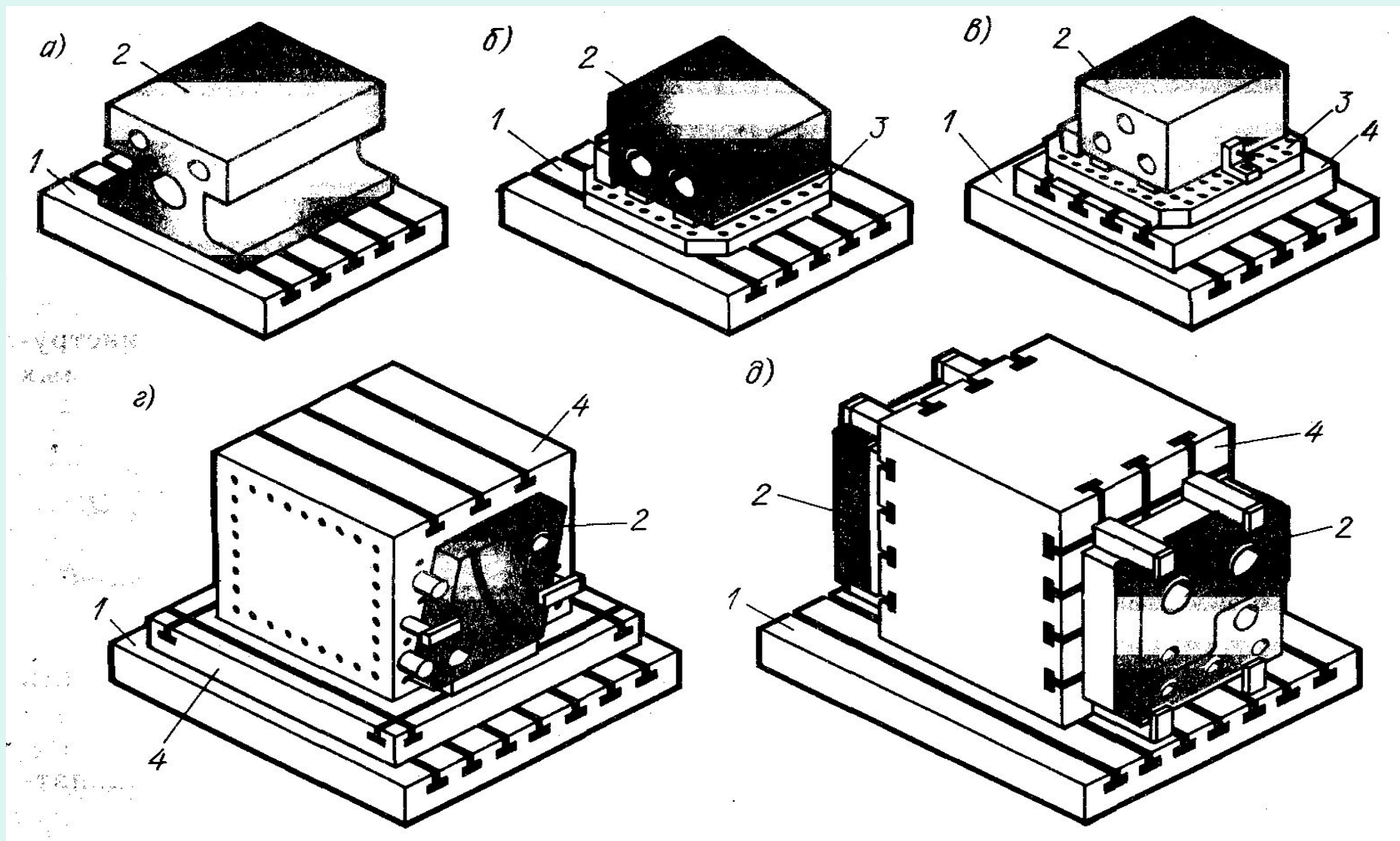


с центральным поперечным пазом



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:

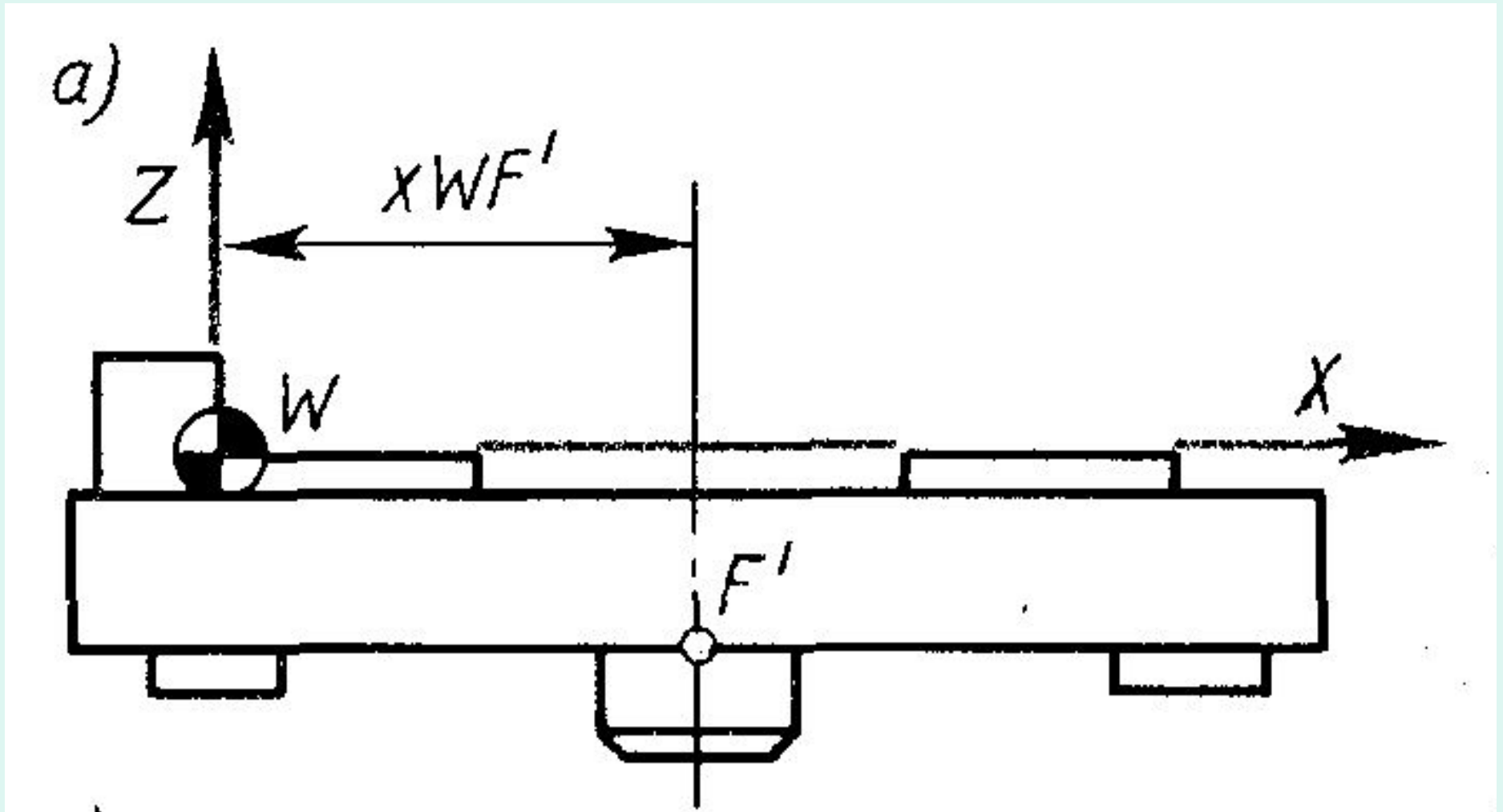
1. Приспособление может занять единственно возможное положение. В таком случае выверять приспособление не требуется. К этому варианту относятся крепление к шпинделю токарного станка самоцентрирующего зажимного патрона и поводковых устройств, установка глухого центра в шпиндель и вращающегося в пиноль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

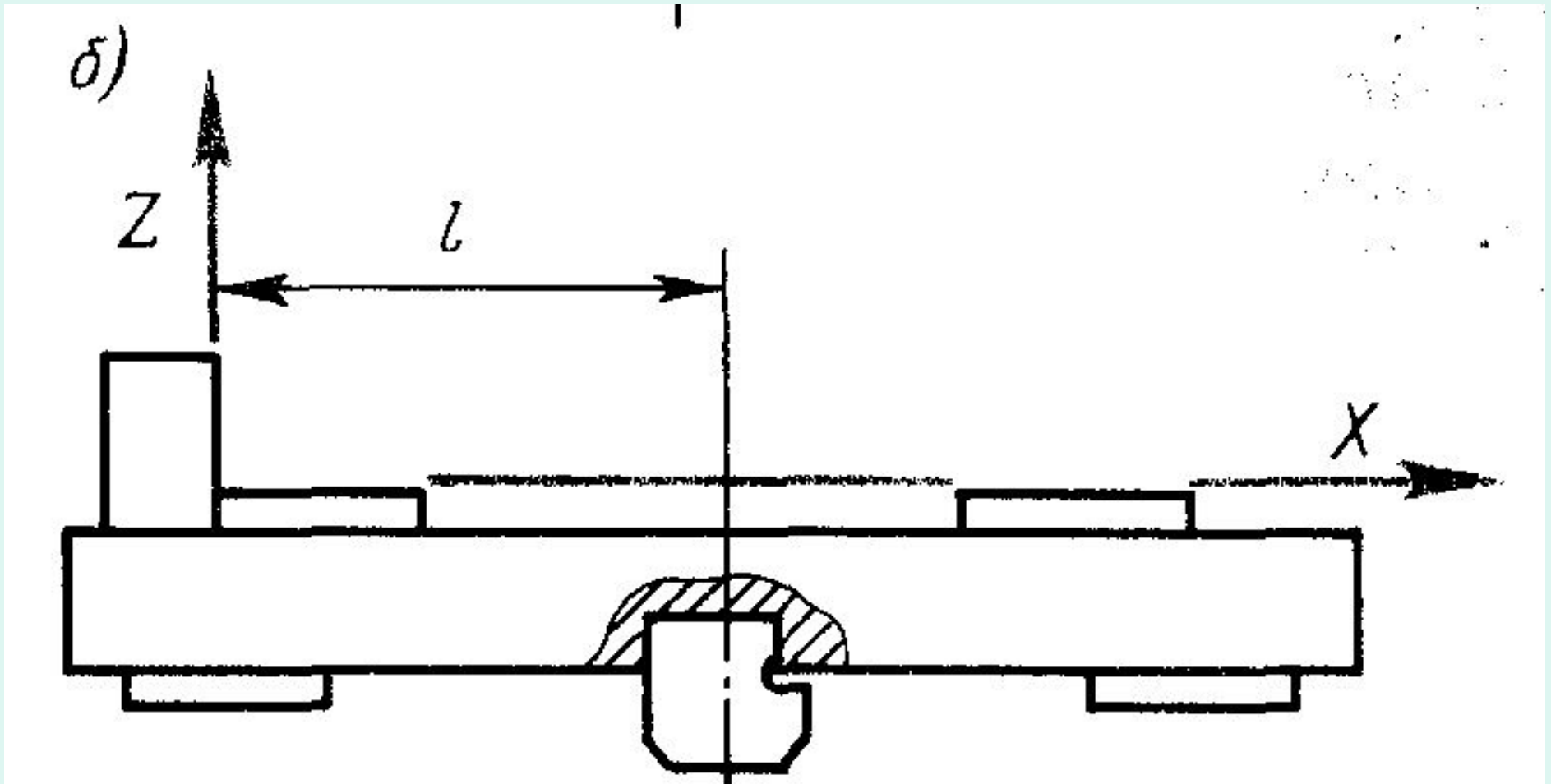
3. Приспособление должно занять относительно рабочих органов станка **единственно допустимое управляющей программой** положение из большого числа возможных. К этому варианту можно отнести настройку станка для обработки детали с нескольких сторон при повороте стола станка.

На столе станка приспособления можно ориентировать по-разному.

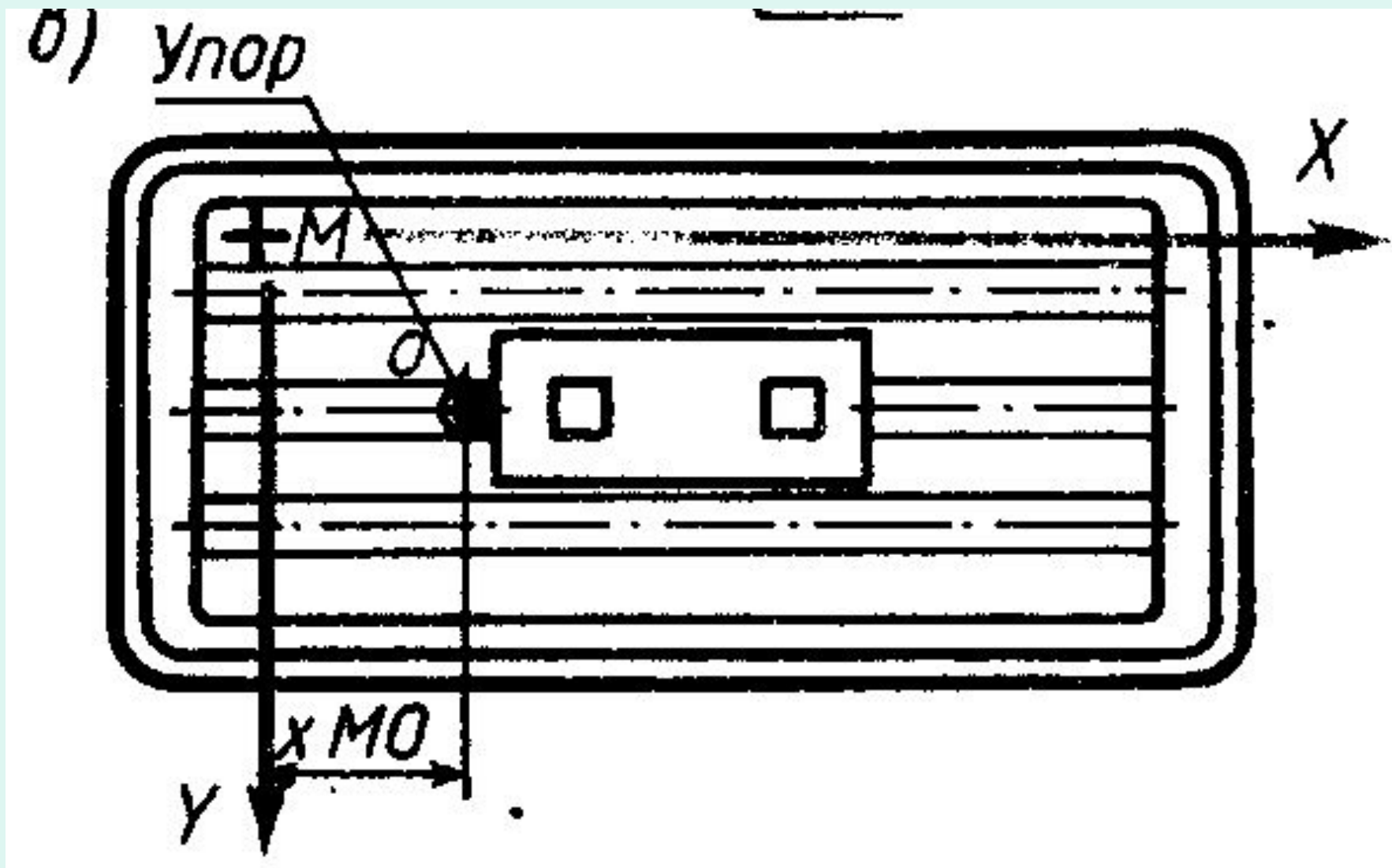
Если стол имеет **точный продольный Т-образный паз и центральное отверстие**, положение которых определено относительно нуля станка то опорная плита приспособления должна иметь две шпонки и базовый палец



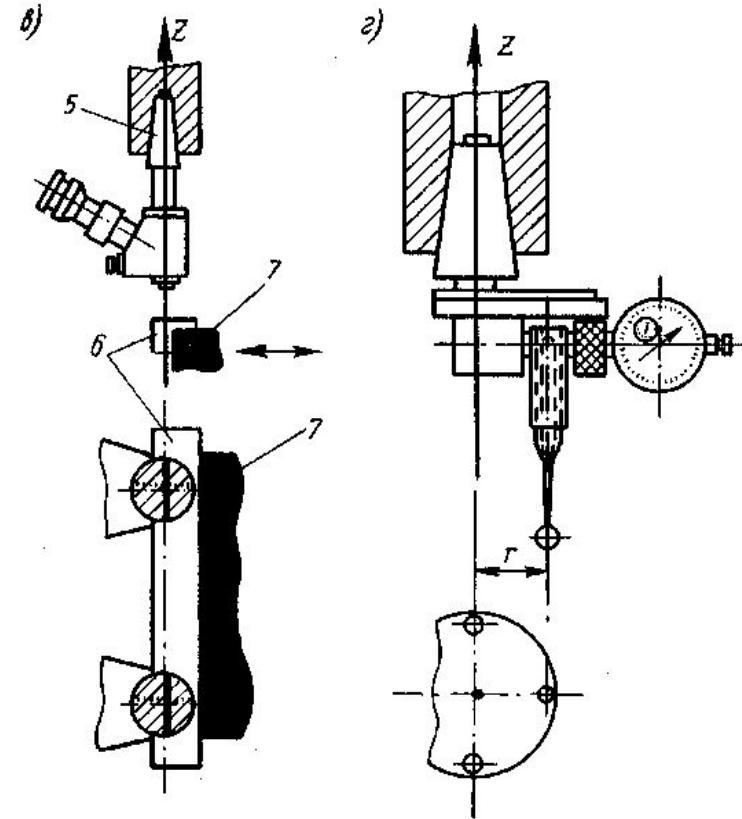
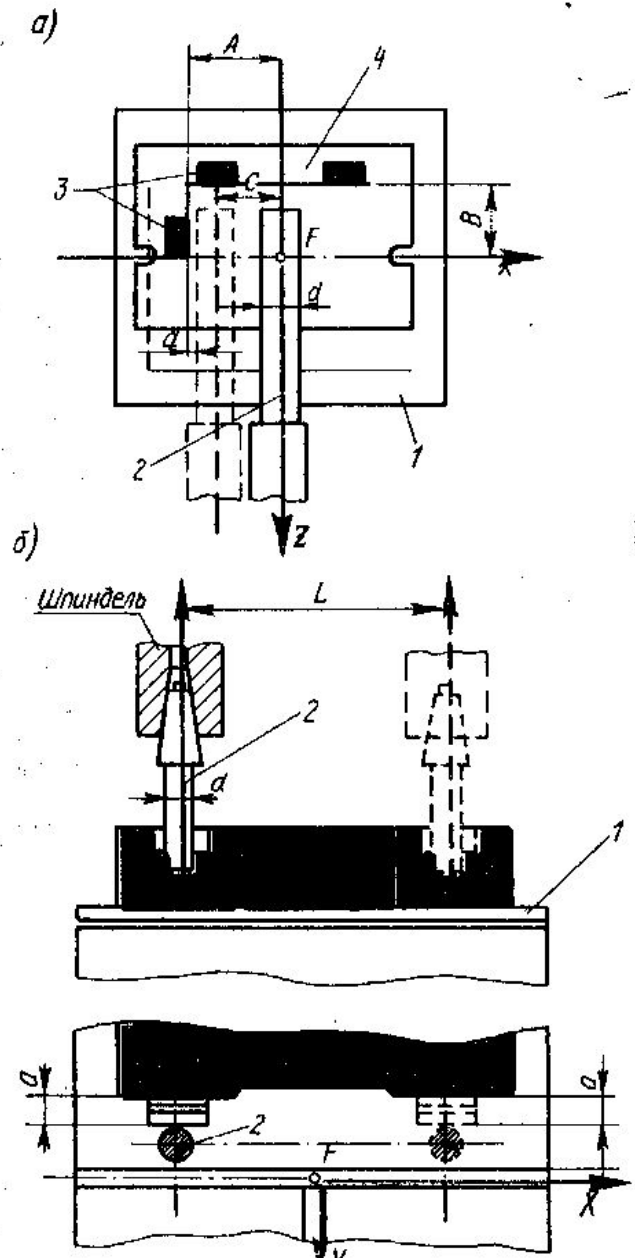
При наличии у стола станка **поперечного паза** на поверхности опорной плиты приспособления делают **три шпонки: две продольных и одну поперечную**. Такой способ установки приспособлений позволяет сравнительно точно разметить базовые элементы приспособления относительно начала координат станка.



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);

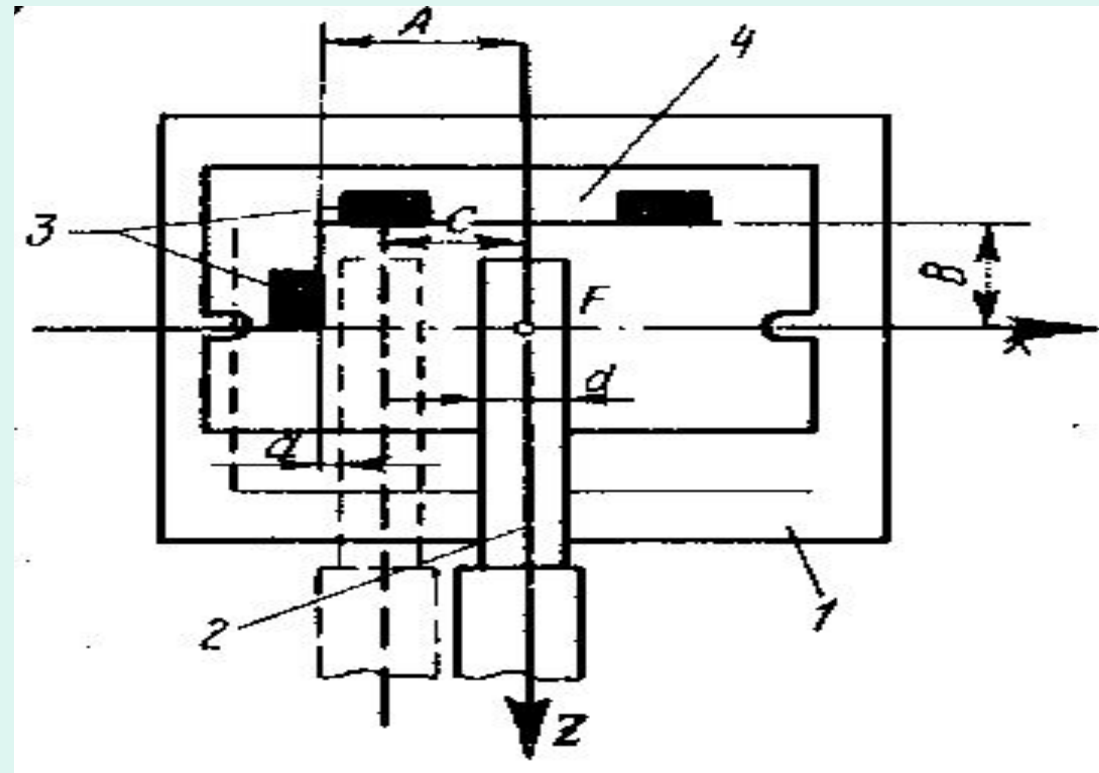
в, г — с помощью центроискателя (в — оптического; г — индикаторного)

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

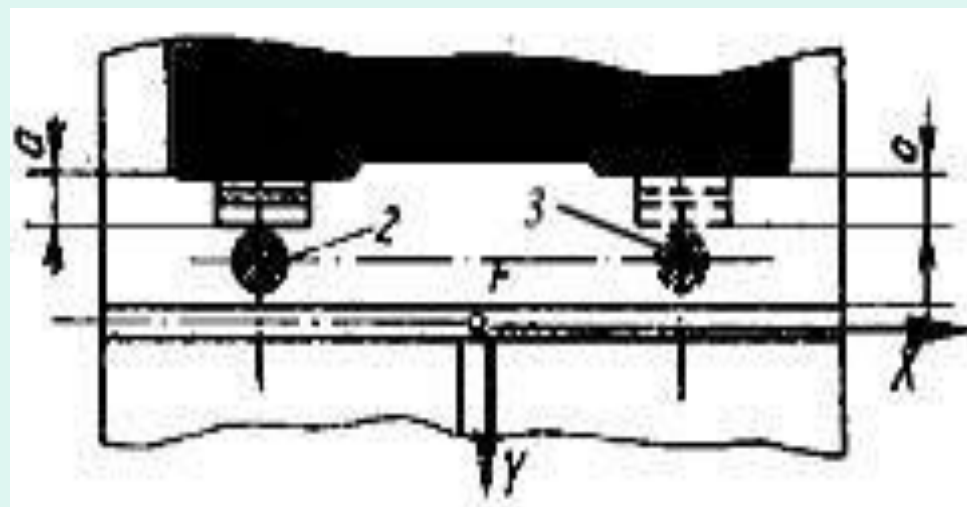
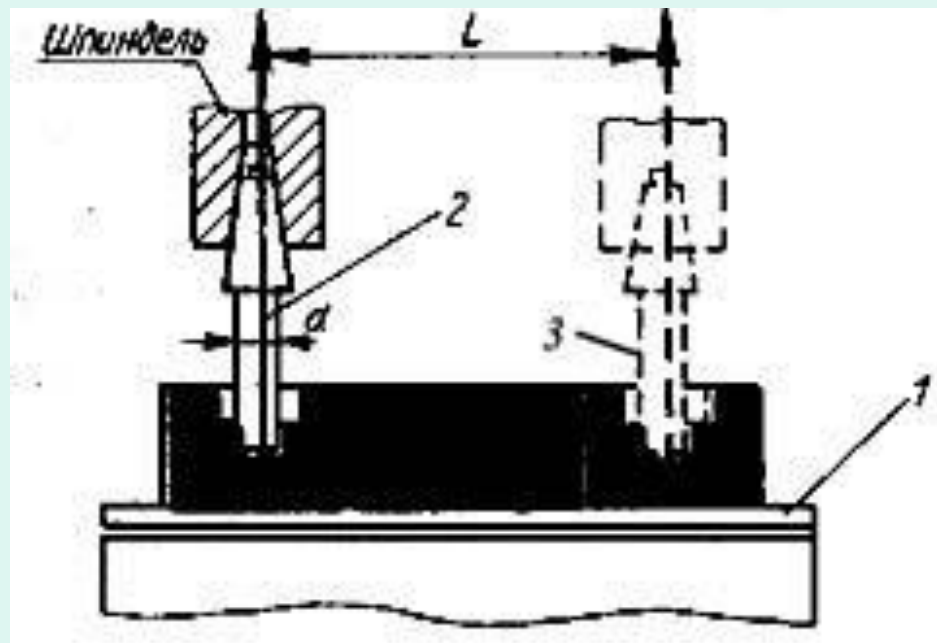
При отсутствии у приспособления элементов ориентации на столе станка или при необходимости более точной установки приспособления относительно базовой точки стола станка применяют **способ выверки приспособлений по оси шпинделя**. Так, если необходимо выверить положение базовых поверхностей элементов **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 .



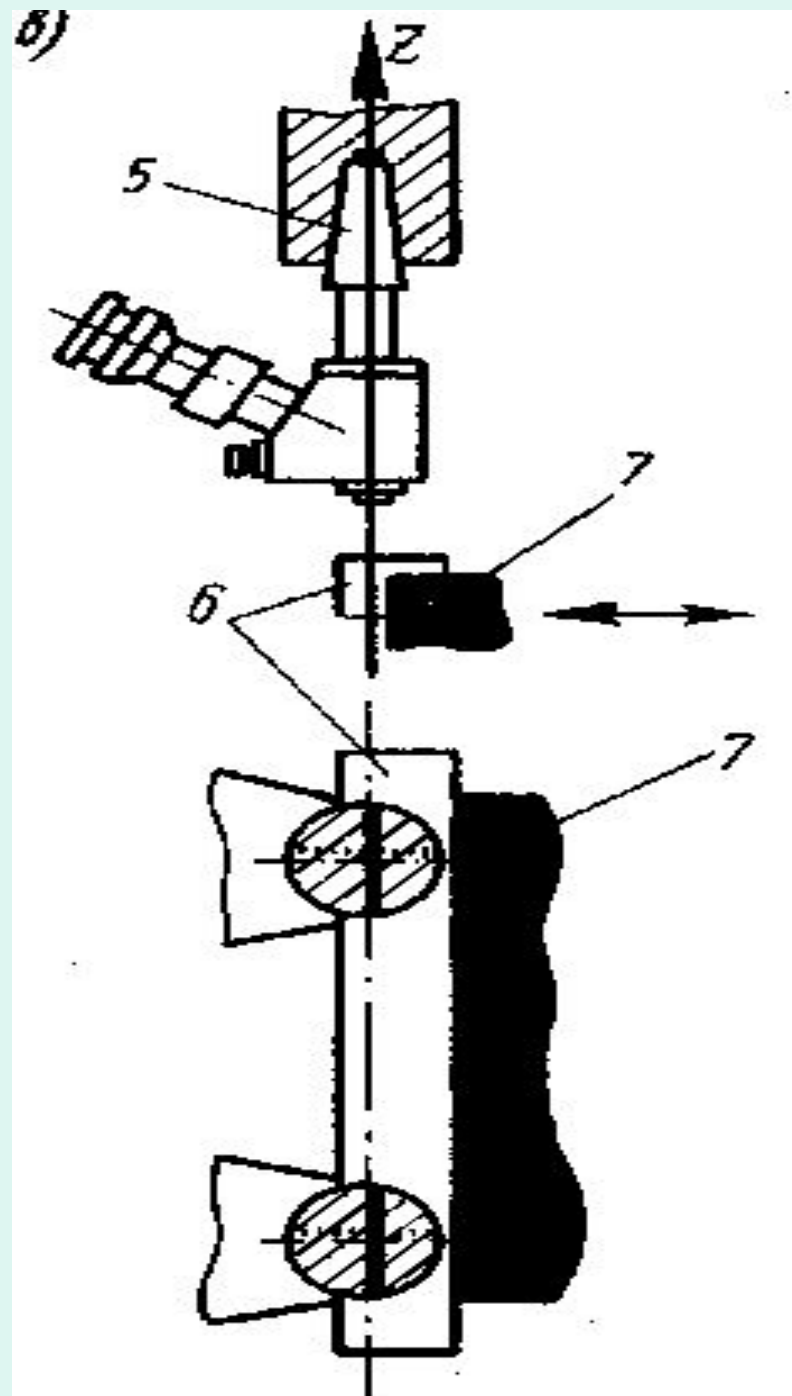
Выверка положения плоскостей базовых элементов приспособления или поверхностей детали в продольном и в поперечном направлениях.

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**.



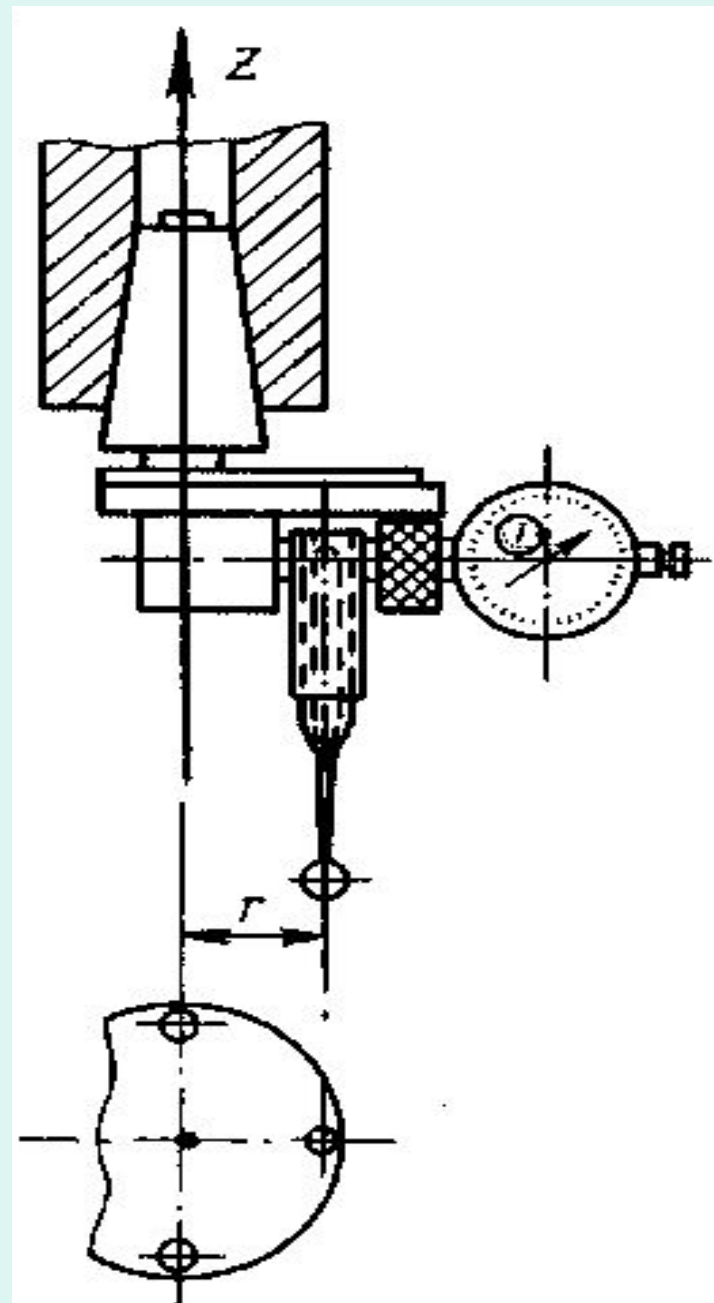
Выверка с помощью центроискателей

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).

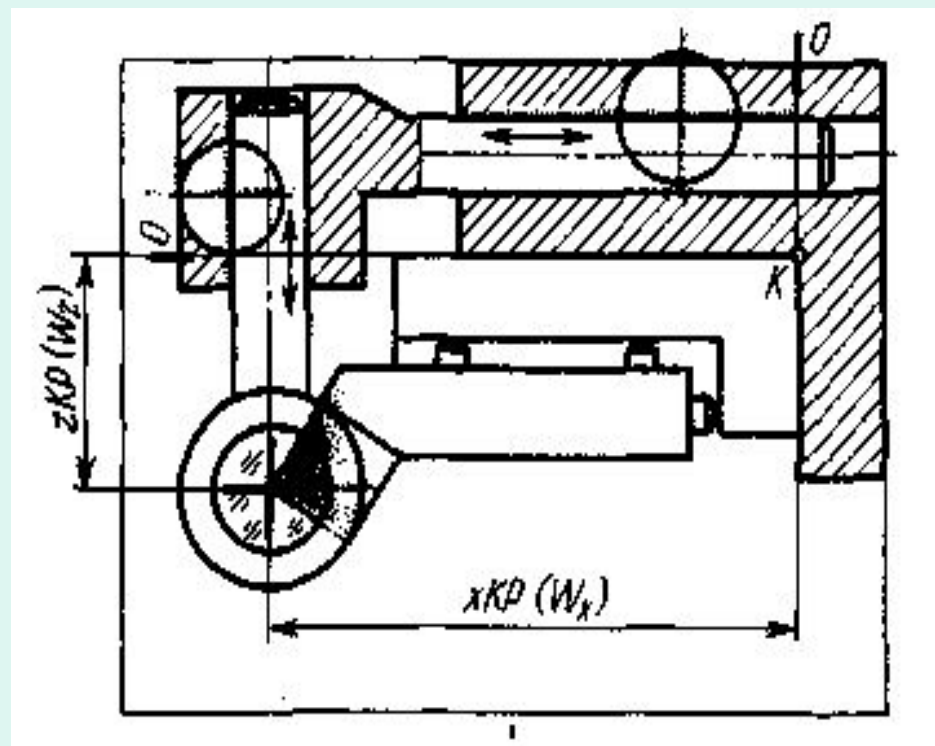
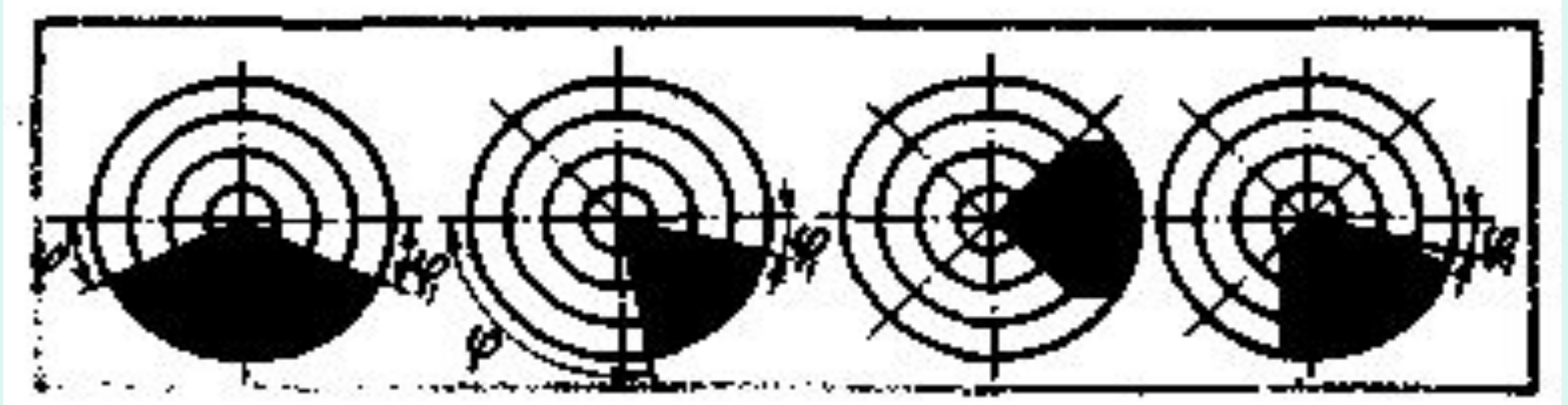


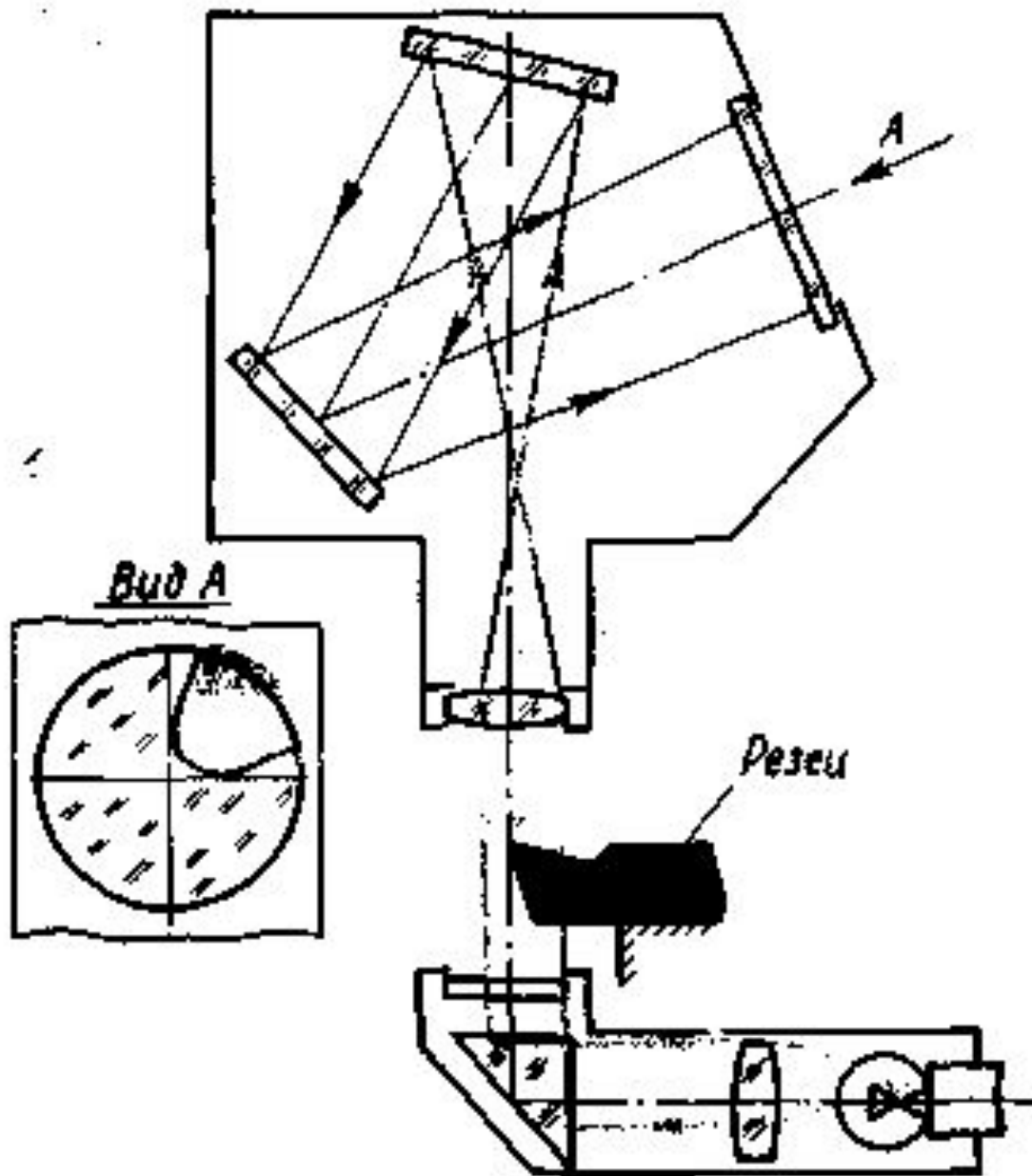
Схема прибора для наладки инструментов вне станка

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.

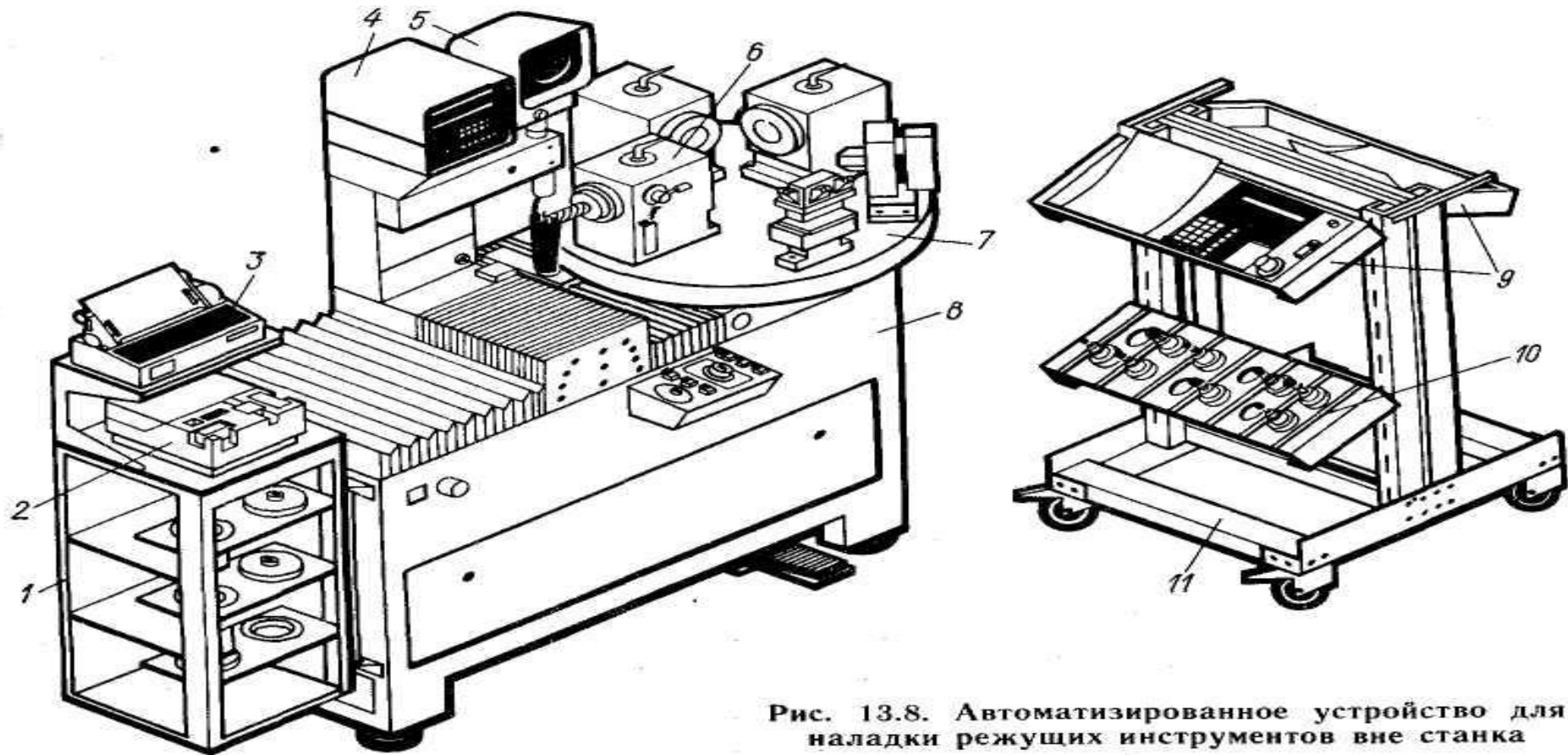


Используя поворот перекрестия подвижного экрана, можно проверить значения главного φ и вспомогательного φ_1 углов в плане, а с помощью кольцевых линий — значение радиуса при вершине.

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.



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.

Установка режущего инструмента

Режущий инструмент при наладке станка с ЧПУ устанавливают 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 x_0 z_0 281 140	
№ 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					

Режимы работы станков с ЧПУ.

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

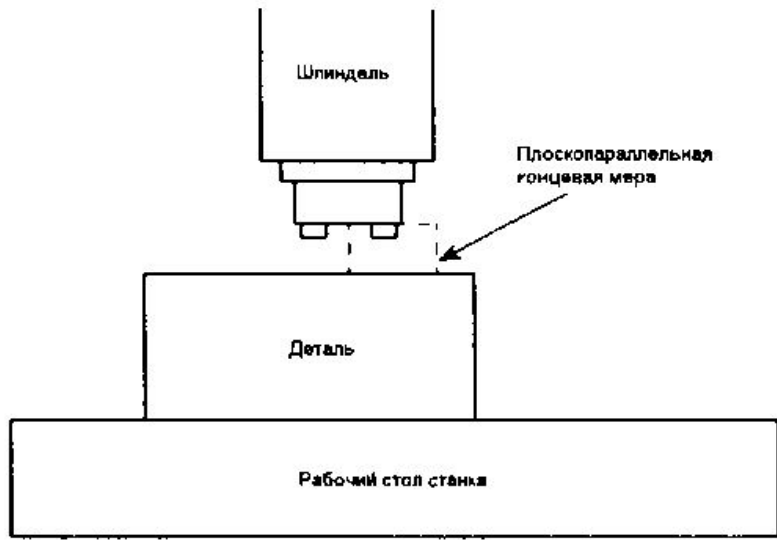
В автоматическом режиме УП, введенная от программоносителя, отрабатывается станком безостановочно до одной из вспомогательных команд останова **MOO, M01, M02, M03**.

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



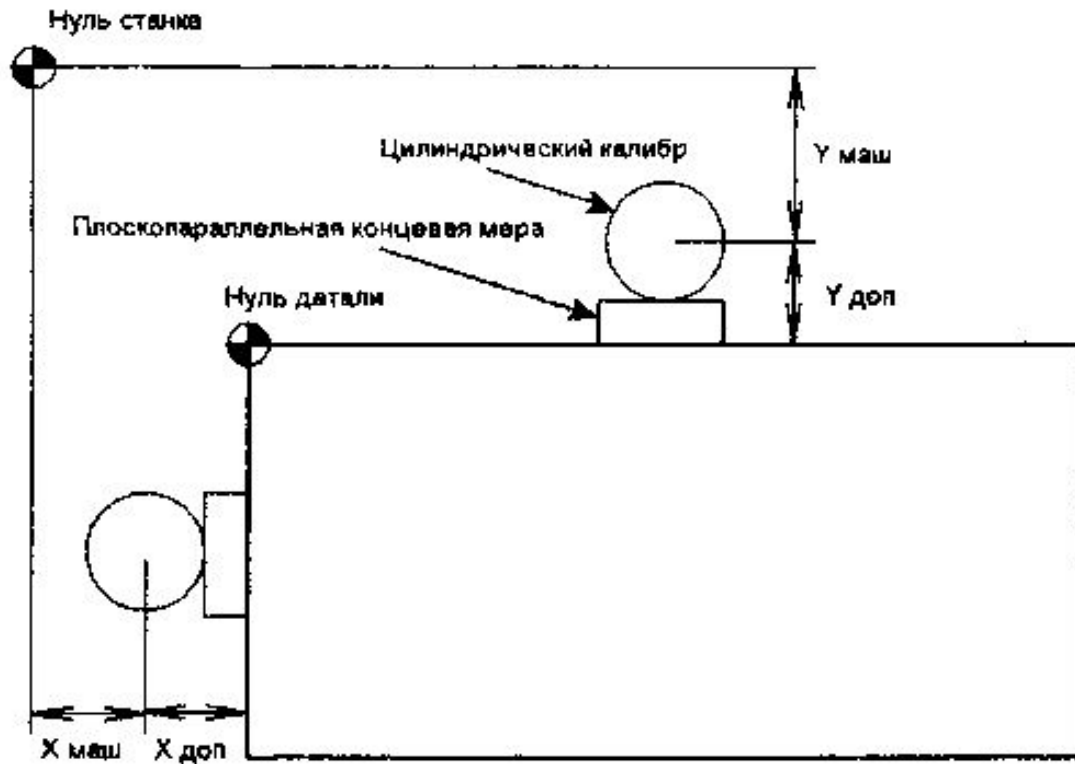
- 1) . Подготовить и держать поблизости плоскопараллельную концевую меру толщиной не более 25 мм.
- 2) . Подвести торец шпинделя в толчковом режиме к поверхности детали по оси **Z** на расстояние не более 50 мм.
- 3) . При помощи маховика или ручного генератора импульсов подвести торец шпинделя еще ближе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

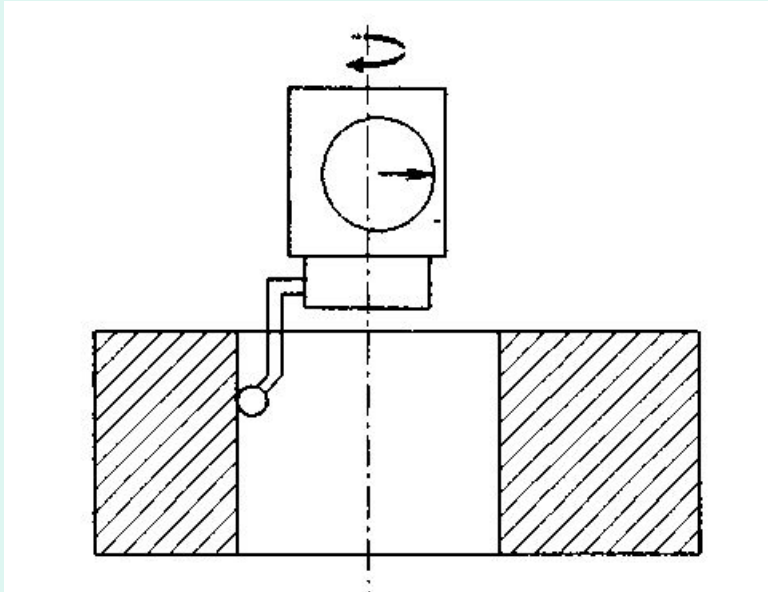
8) . Приложить к поверхности детали по оси Y плоскопараллельную концевую меру.

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?