



# **Приспособления для станков с ЧПУ**

## Установка приспособлений на станки с ЧПУ

Для базирования приспособления на столах станков с ЧПУ на нем должны быть предусмотрены базирующие (установочные) элементы, соответствующие посадочным местам станков и обеспечивающие его точное положение на столе. При наличии на столе станка продольных пазов и центрального поперечного паза приспособление базируется с помощью установочных шпонок 1 (рис. 1) или штырей по продольному и поперечному пазам.

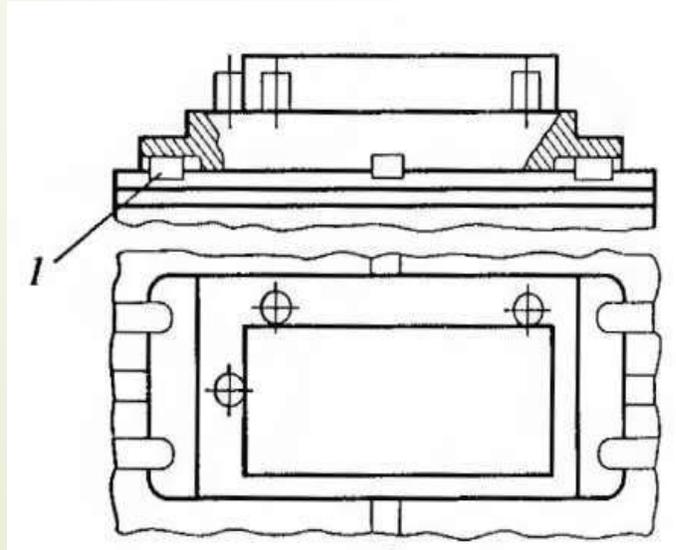


Рис. 1. Базирование приспособления на столе станка с ЧПУ по продольному и поперечному пазам с помощью установочных шпонок

Если на столе станка имеются продольные пазы и центральное отверстие, то приспособление базируется цилиндрическим штырем 1 по отверстию и штырем 2 по продольному пазу (рис. 2).

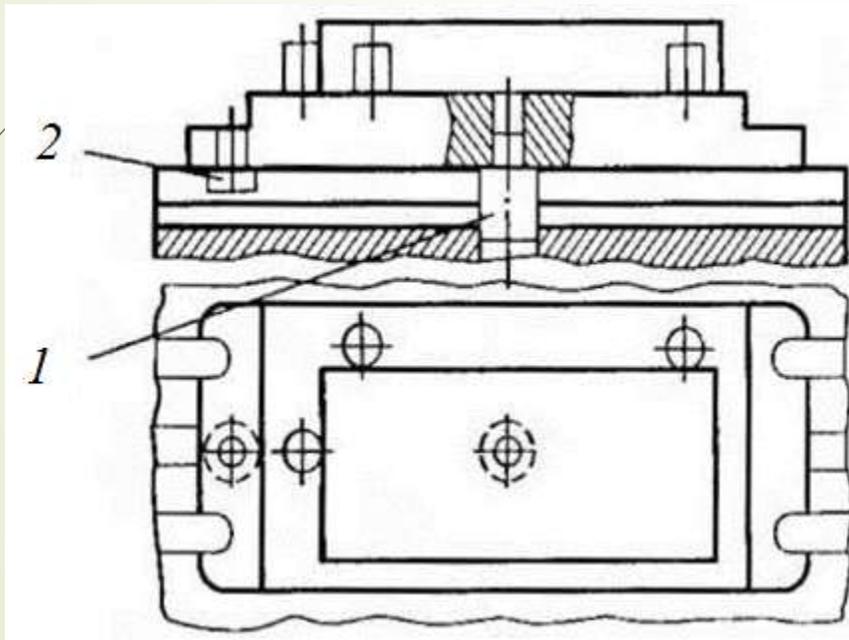


Рис. 2. Базирование приспособления на столе станка ЧПУ (по центральному отверстию и продольному пазу с помощью цилиндрических штырей 2 и 3)

При наличии на столе станка только продольных пазов приспособление базируется по пазу посредством двух шпонок. При этом базирование будет неполным - приспособление лишается только пяти степеней свободы. Дополнительное базирование по продольной оси стола может быть осуществлено с помощью упора на столе станка.

При таком базировании приспособления инструмент в исходную точку обработки можно установить по щупу 1 и установкам 2 и 3, закрепленным на корпусе приспособления (рис. 3).

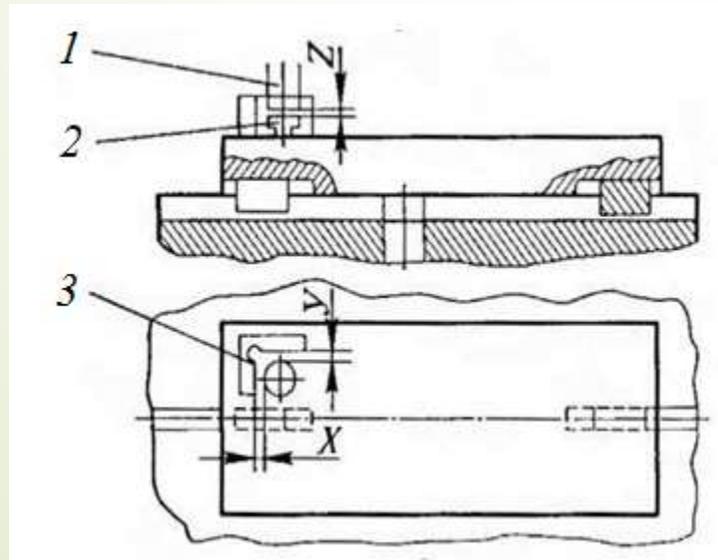


Рис. 3. Установка исходного положения инструмента:  
1- щуп; 2, 3 - установовы



Установить инструмент в исходную точку можно также по базовому отверстию или штырю. Для этого в шпиндель станка устанавливается специальная оправка с индикаторным устройством, с помощью которой осуществляют совмещение его оси с осью отверстия или штыря приспособления, после чего оправку вынимают и устанавливают в шпиндель станка требуемый инструмент. Недостатком этого метода настройки инструмента является значительное увеличение подготовительно-заключительного времени.

При базировании приспособления «в координатный угол» обычно используют угольник 3, положение которого после выверки фиксируется с помощью крепежных элементов, установленных в продольных пазах стола (рис. 4).

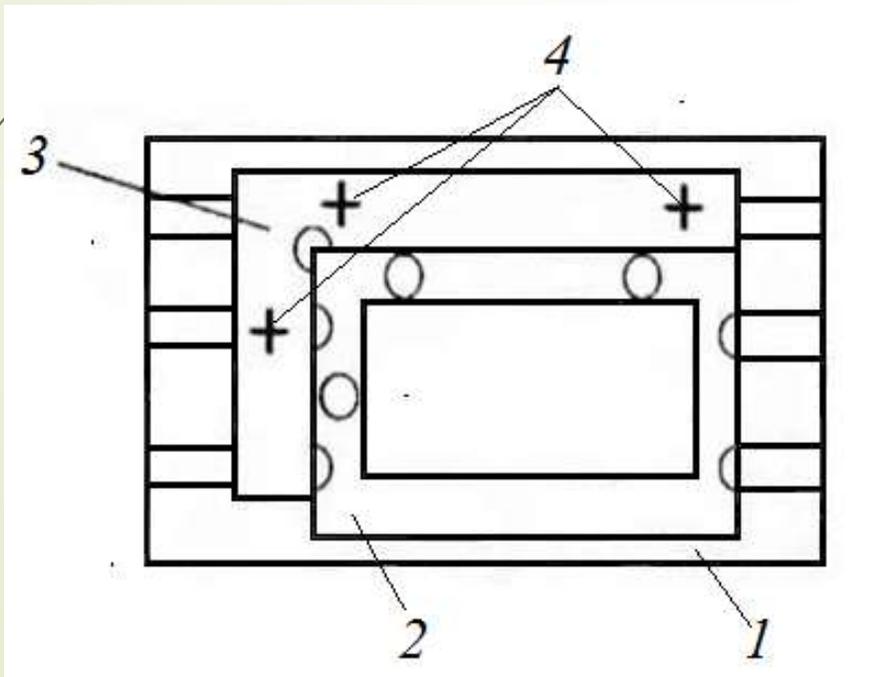


Рис. 4. Базирование приспособления «в координатный угол»:

- 1 – стол станка;
- 2 – приспособление; 3 – угольник;
- 4 – крепежные элементы

При установке приспособления на спутнике (палете) 1, к торцам которого прикреплены поперечная 3 и продольная 4 планки с Т-образными пазами, приспособления 2 базируются по планке 4 и шпонке 5, расположенной на планке 4 (рис. 5).

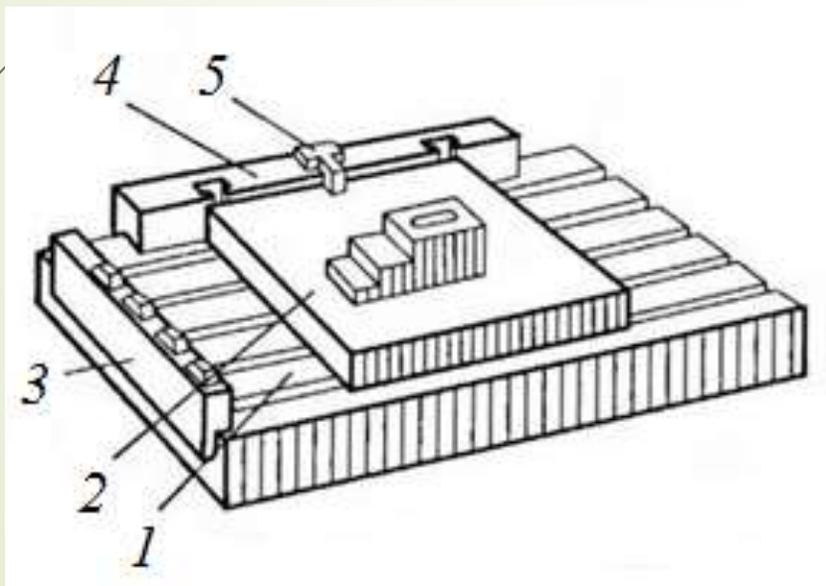


Рис. 5. **Базирование приспособления на спутнике:**

- 1- спутник; 2 – приспособление;
- 3 – поперечная планка;
- 4 – продольная планка; 5 - шпонка

Базирование приспособления 2 (рис. 6) возможно на спутнике 1 по Т-образному пазу посредством шпонок и в продольном направлении посредством мерной планки 3, упирающейся в торцовую планку 4.

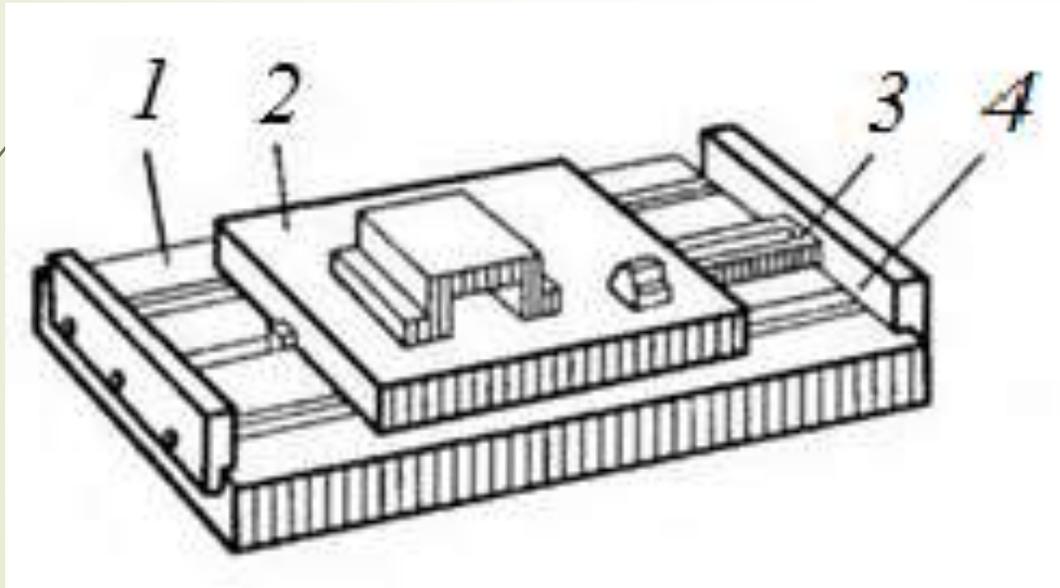


Рис. 5. Базирование приспособления на спутнике с помощью шпонок:  
1 – спутник; 2 – приспособление;  
3 - мерная планка; 4 - торцовая планка

При наличии на спутнике 1 сетки координатно-фиксирующих отверстий базирование приспособления 2 может осуществляться с помощью трех штырей 3 как показано на рис. 6.

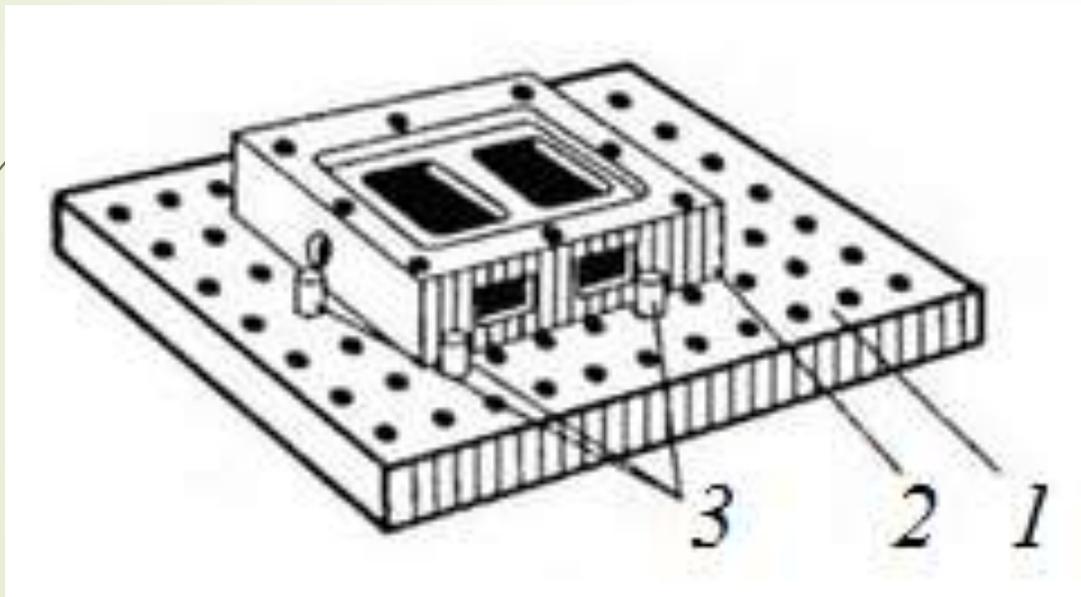


Рис. 6. Базирование приспособления на спутнике с помощью трех штырей:

1 – спутник;

2 – приспособление;

3 - штыри

Базирование приспособления 2 на спутнике 2 с сеткой отверстий возможно посредством мерных планок 5, упирающихся в торцовые планки 3 и 4 (рис. 7).

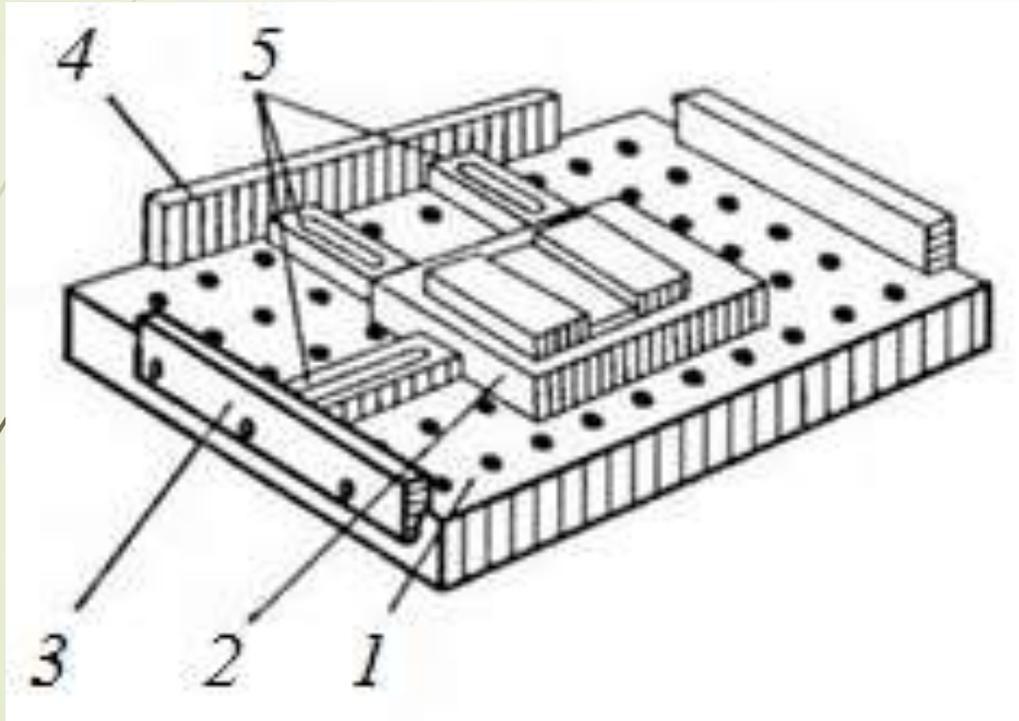


Рис. 7. Базирование приспособления на спутнике с помощью мерных планок:

1 – спутник; 2 – приспособление;  
3, 4 - торцовые планки; 5 – мерные планки

Базирование приспособления 2 на спутнике 1 с Т-образными пазами и отверстиями возможно посредством штыря 3 в отверстиях плиты и двух штырей 5, установленных в торцовой планке 4 (рис. 8).

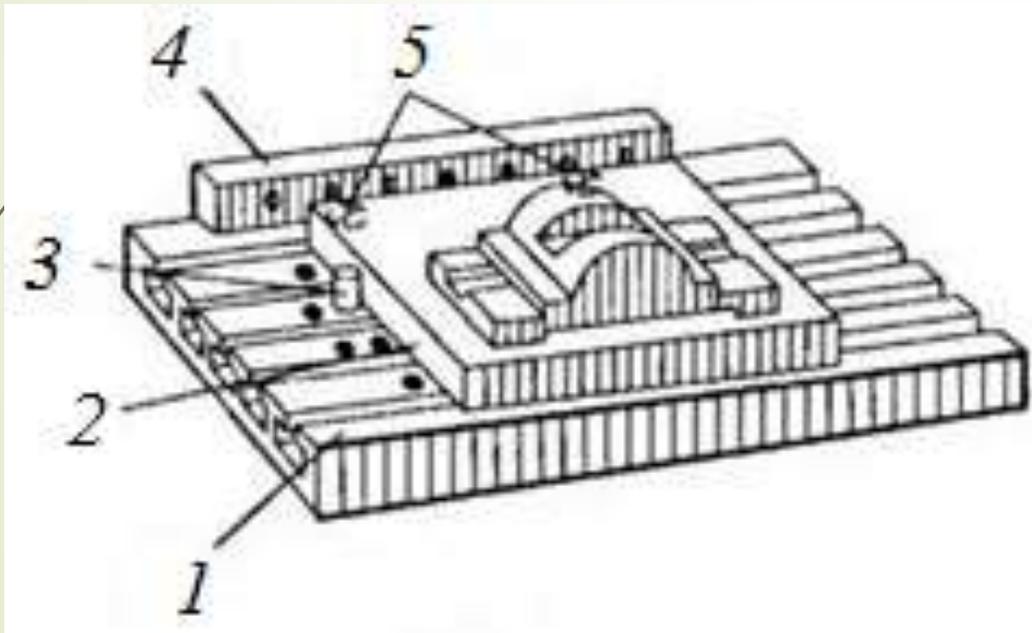


Рис. 6. Базирование приспособления на спутнике с помощью штырей:  
1 – спутник; 2 – приспособление;  
3, 5 – штыри; 4 – торцовая планка

При установке приспособлений на станки с ЧПУ возникают дополнительные погрешности. При установке приспособлений на столы - спутники необходимо учитывать погрешность самой палеты  $\varepsilon_{п}$ , которая включает в себя погрешности изготовления палеты  $\varepsilon_{изг.п}$ , погрешности износа поверхности, по которой осуществляется базирование приспособления  $\varepsilon_{изн.п}$ , и погрешности установки палеты на станке  $\varepsilon_{у.п}$ .

$$\varepsilon_{п} = \sqrt{\varepsilon_{изг.п}^2 + \varepsilon_{изн.п}^2 + \varepsilon_{у.п}^2}$$

Погрешность установки паллеты на станке

$$\varepsilon_{у.п} = \sqrt{\varepsilon_{б.п}^2 + \varepsilon_{з.п}^2 + \varepsilon_{изн.у.э.п}^2}$$

где  $\varepsilon_{б.п}$  – погрешность базирования паллеты;  $\varepsilon_{з.п}$  – погрешность закрепления паллеты;  $\varepsilon_{изн.у.э.п}$  – погрешность износа установочных элементов паллеты, которые сопрягаются со столом станка



Применение вакуумных столов на станках с ЧПУ переводит производство на новый качественный уровень, позволяя увеличить точность изготовления деталей и повысить производительность основного оборудования. Например, при групповой обработке на вакуумном столе производительность станка может увеличиться в 2-3 раза!

Вакуумные столы наиболее целесообразно применять при обработке:

- корпусных деталей с тонкими стенками;
- заготовок, обрабатываемых по контуру (механические прижимы закрывают зону обработки);
- ТОНКОЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК.



## Требования, предъявляемые к оснастке для станков с ЧПУ:

- высокая жесткость конструкций;
- надежность закрепления деталей;
- возможность обработки деталей с пяти сторон;
- крепежные элементы не должны усложнять доступ к обрабатываемым поверхностям;
- унификация элементов приспособлений;
- деформации деталей при закреплении должны быть минимальны;
- высокая точность базирования деталей в приспособлениях;
- время на установку (переустановку) деталей не должно превышать 2–10% от времени обработки детали;

- 
- для 4–5-координатных станков с поворотными столами при использовании приспособлений с механизированными приводами для закрепления деталей должна быть исключена возможность обрыва шлангов;
  - минимальные затраты времен на замену приспособлений на станке.

Универсальноосборные приспособления широкого применения в отрасли не нашли из-за низкой жесткости.



## Приспособления для многоцелевых фрезерных станков

Для удобства рассмотрения данного вопроса средства оснащения условно можно разбить на две группы:

- приспособления для обработки деталей с односторонним оребрением;
- приспособления для обработки деталей с двусторонним оребрением.

Типовые конструкции деталей с односторонним оребрением приведены на рисунке 8, с двусторонним — на рисунке 9.

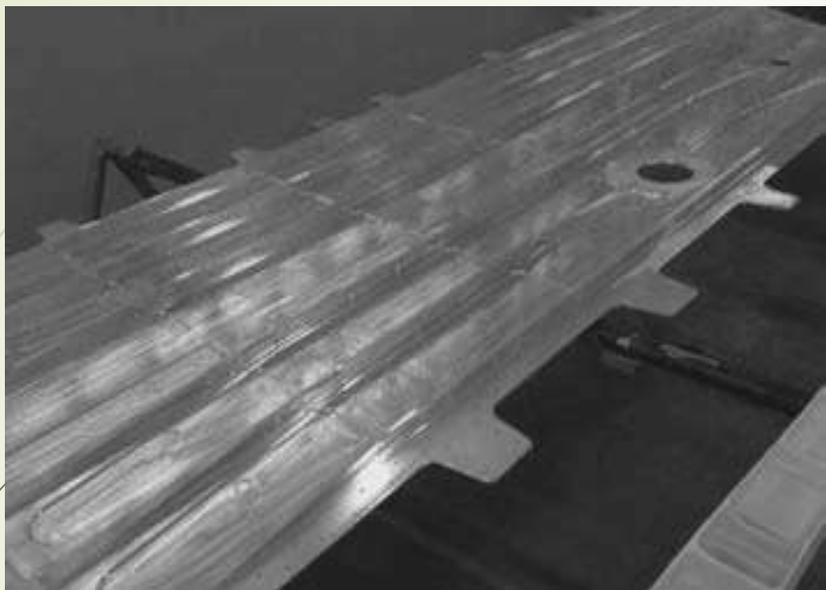


Рис. 8. Типовая деталь с  
односторонним оребрением

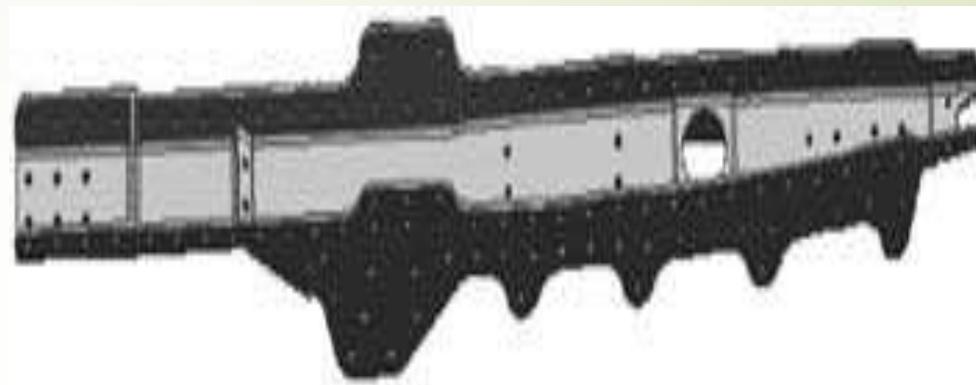


Рис. 9. Типовая деталь с  
двусторонним оребрением



Для обработки деталей первого типа наиболее широкое применение нашли вакуумные столы (блоки). Типовые конструкции вакуумных столов допускают установку только заготовок, перекрывающих технологической базовой поверхностью все каналы, создающее разрежение. Как правило, столы данного типа ранее применялись только на станках с большой рабочей поверхностью стола. Для заготовок больших размеров вакуумные блоки заполняли всю рабочую поверхность стола станка.

После закрепления рабочая плоскость блоков обрабатывалась в один размер, выполнялась очистка от стружки и металлической пыли, устанавливались уплотнительные манжеты, подключали вакуумную станцию, и станок был готов к работе.



Типовые конструкции вакуумных столов не допускали возможности обработки сквозных конструктивных элементов деталей, таких как окна, лючки, сквозные отверстия. При обработке наружного контура оставляли технологический припуск величиной 0,3–0,5 мм для последующей вырубке деталей и соответственно слесарной зачистки облоя с формообразованием фаски или чистового фрезерования наружного контура в зависимости от технических требований к данной детали.

Установка вакуумных блоков и их последующая обработка по высоте в один размер приводила к жесткой специализации станка, в том числе и по габаритам заготовок в плане.



Необходимость последующей вырезки лючков, проходных отверстий выполнялась на универсальных фрезерных и радиально-сверлильных станках с использованием специальной оснастки. Для расширения номенклатуры обрабатываемых деталей предусматривали секционное подключение вакуумных блоков. В этом случае размеры заготовок в плане становились кратны рабочим поверхностям блоков.

Дальнейшее развитие вакуумных столов шло по направлениям установки индивидуальных заглушек в отдельных ячейках или механизмов выключения ячеек путем поворота их на  $180^\circ$ . Это позволило повысить коэффициент использования ТО. Относительно большие размеры уплотнительных манжет и шаги их расположения ограничивали возможность создания малогабаритных столов, пригодных для фрезерной обработки.

Для устранения данного недостатка были предложены столы с рабочей поверхностью, имеющих вид решеток.

### Решетчатые вакуумные столы

Решетчатые вакуумные столы (рис. 10) является самым распространенным видом вакуумных столов. В металлообработке используются высокоточные столы с плоскостностью рабочей поверхности 0,01/100 мм, изготовленные из высокопрочного алюминиевого сплава и, как правило, покрыты износостойким анодным слоем.

На рабочей поверхности нанесена сетка пазов с определенным шагом (растром). В эти пазы закладывается уплотнение в виде шнура круглого сечения. Чем меньше растр, тем более точно можно уложить уплотнение по форме детали и, соответственно, достигнуть максимального усилия закрепления.



Рис. 10. Типовой вакуумный блок под жгутовой уплотнитель

Пазы выполняются шириной от 2 до 12 мм. По периметру стола располагаются эксцентрики для базирования заготовок, пазы для механического крепления к столу станка и штуцеры для вакуумной магистрали. С тыльной стороны могут располагаться резьбовые отверстия для выставления вакуумного стола относительно Т-образного паза стола станка, систем нулевого позиционирования (Zero Point System) или крепления стальных вставок для монтажа на магнитный стол.

## Принцип работы

1. В пазы решетки укладывается вакуумный шнур из пористой резины по периметру заготовки, образуя замкнутый контур.
2. Затем сверху устанавливается заготовка и базируется с помощью боковых эксцентриковых опор.
3. При включении вакуума заготовка плотно прижимается непосредственно к поверхности стола с равномерным усилием по всей плоскости. Уплотнительный шнур полностью вжимается в пазы решетки, но, тем не менее, компенсирует некоторые неровности и шероховатости детали, позволяя контуру сохранять герметичность.

## Вакуумные столы VAC-MAT для станков с ЧПУ

У вакуумных столов VAC-MAT рабочее поле представляет собой ровную поверхность с круглыми глухими отверстиями для базирования ковриков VAC-MAT и ряд вакуумных отверстий. Все вакуумные столы и адаптеры VAC-MAT кратны размеру 200x300 мм. Для увеличения рабочей площади нескольких столов стыкуются вместе. Все столы работают от одного подвода вакуума к одной из вакуумных плит.



Рис. 11. Вакуумные столы VAC-MAT

## Перфорированные вакуумные столы

Перфорированные вакуумные столы (рис. 12) применяются на фрезерном, шлифовальном, гравировальном оборудовании для фиксации сложных деталей, имеющих большое количество сквозных отверстий, окон, со сложной геометрией контура.



Рис. 12. Перфорированный вакуумный стол



В камерах, полностью перекрываемых деталью создается разряжение, позволяющее надежно зафиксировать заготовку для последующей обработки.

Стол позволяет выполнять сквозную обработку с помощью специальных перфорированных ковриков или без них. Сетка отверстий на ковриках совпадает с расположением отверстий на поверхности стола. Также коврик помогает зафиксировать детали с неподготовленной поверхностью, сглаживая мелкие неровности заготовки.

Перфорированные столы позволяют:

- располагать и фиксировать заготовку в любом месте на рабочей поверхности плиты, закреплять детали разной формы, а также одновременно фиксировать сразу несколько заготовок;
- закреплять плоские заготовки любой формы и любого характера (хрупкие, гибкие, тонкие);

- 
- обеспечить равномерный прижим по всей плоскости заготовки;
  - вести обработку с СОЖ;
  - проводить сквозную обработку с помощью подложки;
  - реализовать метод групповой обработки.

### Желобковый вакуумный стол

Желобковый вакуумный стол (рис. 13) является частным случаем более распространенных решетчатых столов и предназначен для закрепления деталей с малой контактной площадью, имеющих большое количество сквозных вырезов, отверстий и окон.

Он представляет собой пластину из алюминиевого сплава с продольными пазами на всей поверхности. Отличие заключается только в шаге вакуумных пазов.



Рис. 13. Желобковый вакуумный стол

Вакуумное отверстие проходит по короткой стороне стола и соединено со всеми шлицами.

Стол используется только совместно с полимерным ковриком для сквозной обработки, поставляемым в комплекте. Коврики создают значительное усилие, позволяющее избежать сдвига заготовки при обработке, благодаря высоким фрикционным свойствам.



Сверху на стол укладывается полимерный коврик и базируется с помощью эксцентриковых упоров.



С помощью маркера или ручки производится разметка коврика: обозначение контура заготовки, сквозных окон и отверстий.



В местах, где не планируется сквозная обработка, в коврике пробиваются сквозные отверстия с произвольным шагом с помощью специального инструмента вручную или станке.

Желобковый стол имеет возможность работы с несколькими типами вакуумных ковриков:

- высокофрикционный полимерный мат синего цвета (толщина 1 мм) (рис. 14);



Рис. 14. Полимерный мат

- прозрачный полимерный мат со средними показателями жесткости и устойчивости на сдвиг (толщина 3 мм);
- жесткий полимерный коврик повышенной точности черного цвета (толщина 3 мм).

## Пористые вакуумные столы

Поверхность таких столов выполняется из пористой керамики (рис. 15).

Достоинства столов из пористой керамики:

- деформация деталей полностью исключена так как отсутствуют отверстия от сверления и прорези;
- высокая коррозионная стойкость;
- возможно сквозное фрезерование;
- высокая прочность;
- высокая точность.

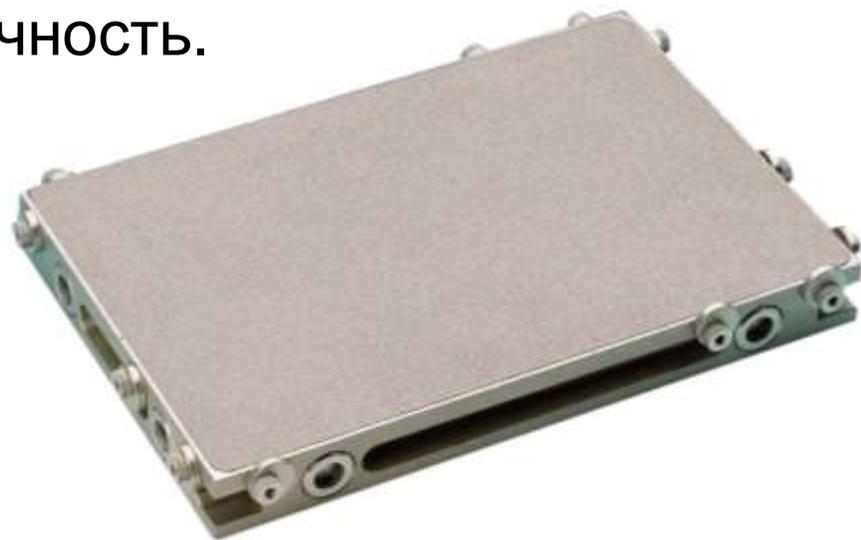


Рис. 15. Вакуумные столы с рабочей поверхностью из пористой керамики

## Системы быстрого базирования

### Система (устройство) крепления с нулевой точкой

Одним из эффективных методов сокращения издержек на вспомогательные операции является применение в технологии закрепления и базирования деталей системы нулевой точки – системы быстрой смены паллет.

Идея состоит в том, чтобы любые устанавливаемые на стол станка приспособления или заготовки заранее имели трехкоординатную геометрическую привязку к определенной, предварительно заданной и неизменяемой в процессе эксплуатации станка точке на его столе, называемой «нулевой точкой». Координаты этой точки запоминаются в ЧПУ станка и затем используются в качестве исходного смещения при программировании перемещений инструмента.



В системе быстрой смены палет «нулевая точка» образуется после закрепления на столе станка базовой станции системы, имеющей в качестве основных компонентов прецизионные модули с посадочными отверстиями. В качестве нулевой точки может использоваться центр любого из этих отверстий. Количество модулей на базовой станции определяется размерами стола и практической необходимостью. Модули обычно располагаются по сетке 200×200 мм или 100×100 мм в зависимости от размера модуля.



При снабжении устанавливаемых приспособлений или палет ответным штифтом с точным конусом получают систему, в которой оснастка всегда будет позиционироваться по одним и тем же координатам. Точность переустановки определяется конструкцией и точностью сопряжения базового отверстия и штифта.

В случае, когда габариты оснастки требуют для ее установки две и более станций, ее крепление в базовую плиту осуществляется посредством двух и более штифтов. Для соблюдения при базировании принципа «шести точек» используется три типа штифтов (рис. 2):



Рис. 14. Типы штифтов

- *конический* (Тип А) для однозначного определения нулевой точки;
- *ромбический* (Тип В) для предотвращения вращения оснастки вокруг нулевой точки;
- *свободный* (Тип С) – удерживающий.

Помимо точного базирования, система быстрой смены палет обеспечивает максимальную жесткость и надежность крепления оснастки.



