

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ (ПУ)

Технологические преимущества станков с ПУ

Станки с ПУ обладают значительными преимуществами по сравнению с обычным оборудованием. Преимущества следующие:

1. Обеспечивают высокую степень автоматизации.
2. Обеспечивают широкую универсальность выполняемой обработки.
3. Имеют незначительное время перенастройки станка с одной операции на другую (тратится в основном на смену программоносителя и инструментальной оснастки).
4. Значительно сокращается время технологической подготовки производства при переходе с одного объекта обработки на другой (не нужно изготавливать сложные приспособление, копиры, кулачки и т.д.).
5. Повышается производительность обработки (в ряде случаев в 4-6 раз и более) – за счет сокращения вспомогательного времени на холостые ходы, переустановки заготовки.
6. Повышается точность и качество обработки. На станках с ПУ выгодно обрабатывать сложные детали с большим количеством переходов, сложной траекторией движения режущих инструментов, большим количеством холостых перемещений рабочих органов станка.
7. Сокращаются производственные площади, т.к. один станок с ПУ заменяет несколько обычных станков.
8. Снижаются квалификация и потребное количество обслуживающих рабочих.
9. Снижается себестоимость обработки – за счет централизованной разработки технологии и составления управляющих программ.

Область применения станков с ПУ

Станки с ПУ применялись в единичном и мелкосерийном производстве. Их нередко используют в серийном и поточно-массовом производстве и в автоматических линиях. Для обслуживания станков с ПУ сейчас широко используют промышленные роботы (в основном для установки и снятия заготовок на станок).

Технологическая характеристика систем программного управления станками

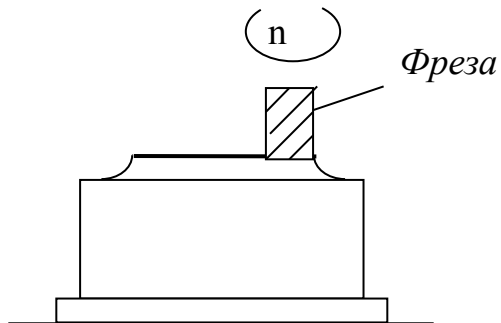
Станки с ПУ подразделяются в зависимости от применяемой в них системы программного управления.

1. По характеру передаваемой информации и способу воспроизведения заданной программы обработки станки делят на цикловые и с числовым ПУ (ЧПУ).

А. В станках с цикловой системой ПУ рабочий цикл состоит из небольшого количества последовательно выполняемых этапов обработки.

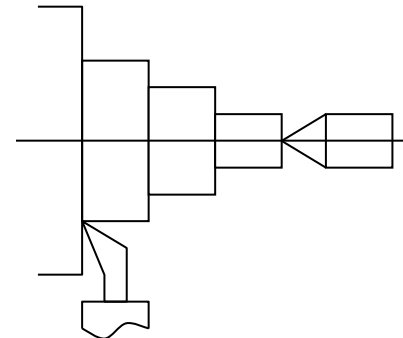
Обработка выполняется обычно с прямолинейной прямоугольной траекторией движения режущего инструмента или заготовки. Примеры типичных операций обработки: фрезерование бобышек или плоскостей корпусных деталей, обтачивание ступенчатых валов сверление и растачивание отверстий.

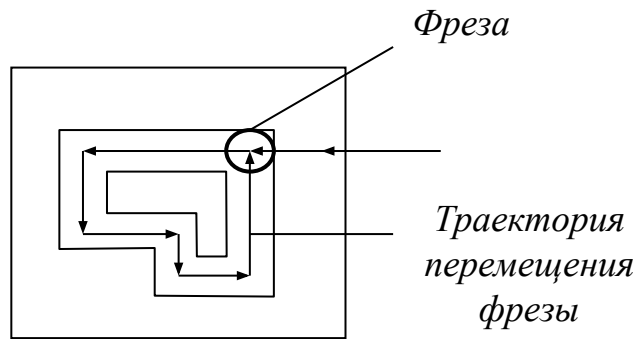
Станки с цикловым ПУ просты, дешевы. Но трудоемка их переналадка, т.к. при изменении программы необходимо переставлять упоры и штекеры в новое положение. Их целесообразно применять для обработки простых деталей и достаточной длительности обработки партии деталей (не менее одной смены).



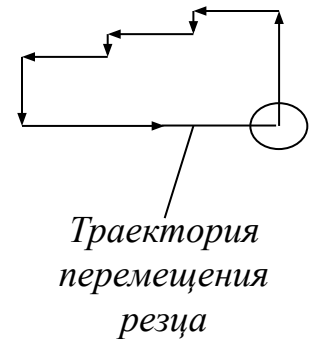
Обтачивание ступенчатого вала

Торцевое фрезерование плоскости рамки корпусной детали





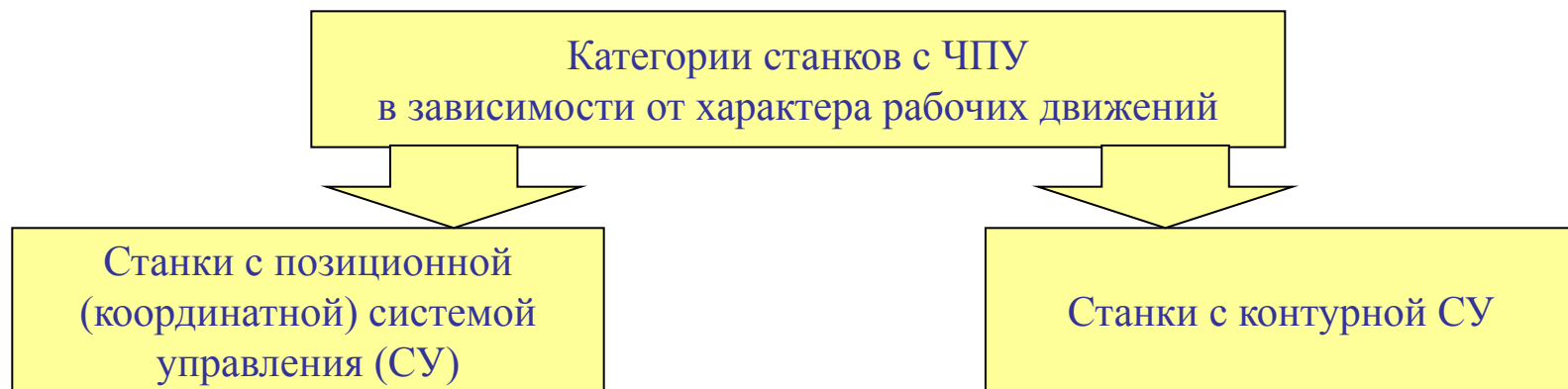
Траектория движения подачи прямоугольная и замкнутая. Длины участков траектории устанавливаются по упорам.



Траектория движения резца замкнутая. Состоит из ряда прямолинейных участков. При одновременном включении продольной и поперечной подач может быть обработана и коническая поверхность.

Б. В станках с ЧПУ – вся информация, необходимая для выполнения запроектированной обработки, задается в числовом виде. Управляющая программа записывается в математической форме.

Эти станки применяют для любых видов работ. Они универсальны, быстро переналаживаются и производительны.

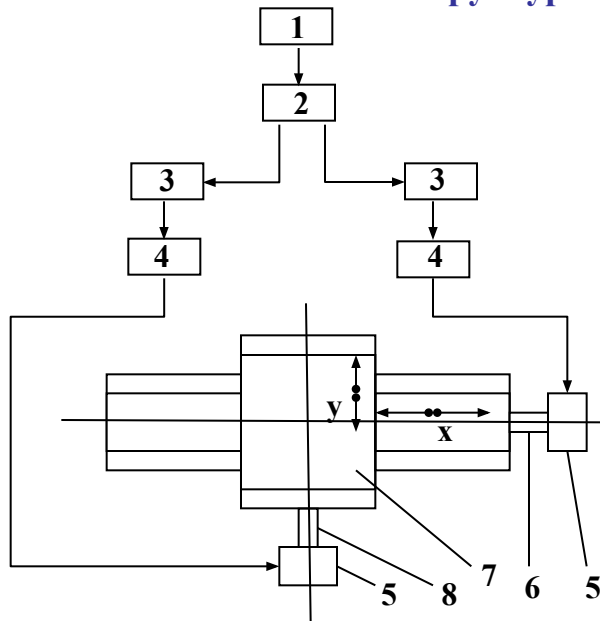


Станки с позиционной (координатной) системой управления (СУ)

В станках с позиционным управлением перемещение рабочих органов происходит по прямолинейным траекториям в заданные координаты. Перемещения могут быть дискретными (сверлильные, координатно-расточные станки) и непрерывными (токарные, фрезерные и шлифовальные станки). Станки с этим управлением применяют для тех же случаев обработки, что и станки с цикловым ПУ, но с большим числом переходов обработки.

В большинстве случаев управлением рабочим циклом производится по 2м или 3м координатам (продольная, поперечная и вертикальная подачи). Иногда применяют управления по 5ти координатам (поворот стола, дополнительное перемещение инструмента).

Структурная схема позиционного ЧПУ с шаговым двигателем



Перемещение стола по 2м координатам.

1 – программоноситель

2 – считывающее устройство

3 – распределители импульсов

4 – усилители

5 – шаговые двигатели

6 – винт продольной подачи стола (по оси X)

7 – стол станка

8 – винт поперечной подачи стола (по оси Y)

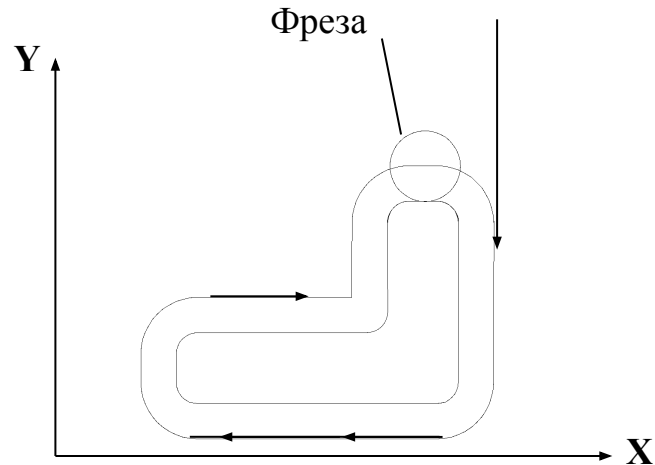
Величина перемещения рабочего органа станка зависит от числа переданных импульсов, а скорость перемещения – от частоты импульсов.

Точность установки рабочего органа станка в заданном положении (точность позиционирования) достигает здесь 0,05мм.

Станки с контурной СУ

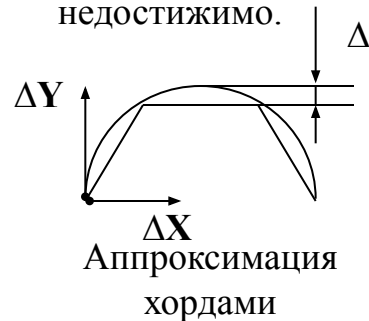
В станках с контурной системой управления перемещения рабочих органов происходит по сложной (криволинейной) и непрерывной траектории.

Схема обработки криволинейной заготовки на фрезерном станке



Обрабатываемая поверхность замкнутая. Траектория движения центра фрезы представляет собой эквидистанту профиля обрабатываемой поверхности. Подвод фрезы к заготовке осуществляется из исходного положения в точке.

Точное воспроизведение криволинейной траектории движения центра фрезы в системах дискретного управления недостижимо.



Аппроксимация производится дугами окружностей или параболы.

Станки с ЧПУ по принципу построения СУ системы управления делят на: станки с разомкнутыми СУ (системами управления) и станки с замкнутыми СУ.

В первых величинах перемещений не контролируется путем сравнения с заданной программой.

При замкнутой системе – величина перемещения контролируется в процессе обработки. Контроль выполняется датчиком. Замкнутые системы позволяют повысить точность обработки в 2-3 раза по сравнению с системами разомкнутыми.

По методу передачи информации СУ (системы управления) программными станками выполняют дискретными, непрерывными и смешанными.

В дискретных системах информация передается импульсами тона (в шаговые двигатели), а в непрерывных системах информация передается непрерывно в процессе работы станка (системы с амплитудной модуляцией).

Обозначение моделей станков с ЧПУ

Буквенно-цифровая индексация станков с ПУ

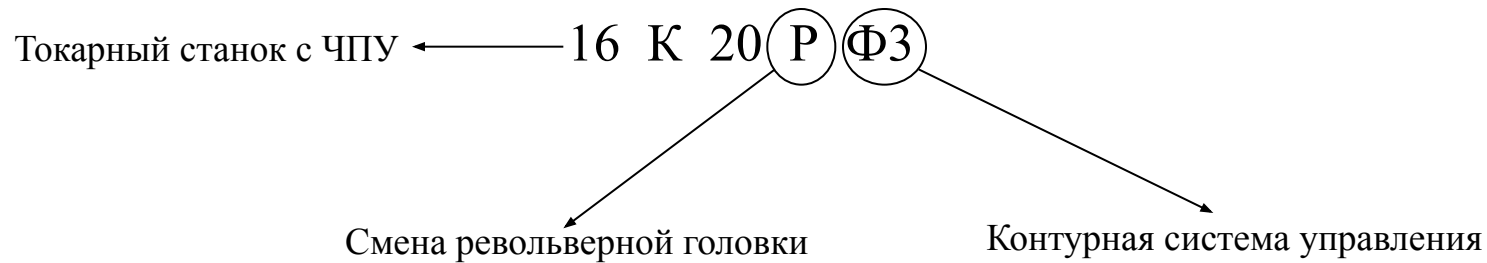
Р – смена поворотом револьверной головки;
М – смена из магазина.

Индекс, обозначающий систему ПУ

Ц – цикловая система;
Ф1 – система с цифровой индексацией;
Ф2 – позиционная;
Ф3 – контурная система управления.

На станках типа обрабатывающий центр

Ф4 – позиционное управление;
Ф5 – контурное управление.



Станки, автоматы и полуавтоматы

```
graph TD; A[Станки, автоматы и полуавтоматы] --> B[1. Одношпиндельные многорезцовые токарные полуавтоматы]; A --> C[2. Одношпиндельные гидрокопировальные токарные полуавтоматы]; A --> D[3. Фасонно-отрезные автоматы]; B --> E[4. Автоматы продольного точения]; B --> F[6. Горизонтальные многошпиндельные автоматы и полуавтоматы]; D --> G[5. Токарно-револьверные автоматы]; D --> H[7. Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы];
```

*1. Одношпиндельные
многорезцовые токарные
полуавтоматы*

*2. Одношпиндельные
гидрокопировальные
токарные полуавтоматы*

*3. Фасонно-отрезные
автоматы*

*4. Автоматы продольного
точения*

*5. Токарно-револьверные
автоматы*

*6. Горизонтальные
многошпиндельные
автоматы и
полуавтоматы*

*7. Вертикальные
многошпиндельные
токарные полуавтоматы*

Одношпиндельные многорезцовые токарные полуавтоматы (модели 1708, 1А720, 1А730 и др.)

Эти станки имеют 2 суппорта.

Передний (продольный) суппорт имеет только продольную подачу. На нем установлены проходные резцы.

Задний (поперечный) суппорт имеет поперечную подачу. На нем закреплены подрезные, канавочные, фасонные резцы. Обработка ведется несколькими резцами одновременно, с продольного и поперечного суппортов.

Станки работают в полуавтоматическом цикле: установка и съем заготовок, их крепление и пуск – производятся вручную. Все остальные элементы операции – автоматически.

Быстрое и точное закрепление резцов осуществляют на эталонной детали, устанавливаемой на станке. Установка резцов в резцедержатели может производиться и вне станка на специальных приспособлениях, что сокращает время настройки.

На этих станках обтачивают только наружные поверхности заготовок типа: ступенчатых валов, зубчатых колес, валов-шестерен, гильз, цилиндров и др. (с цилиндрическими, коническими и фасонными поверхностями). Диаметр заготовок может достигать 600 мм, длина – до 1500 мм.

Одношпиндельные гидрокопировальные токарные полуавтоматы (модели 1712, 1722, 1732)

На этих станках основной профиль заготовки обрабатывается одним резцом, установленным на поперечных салазках копировального суппорта. Этот суппорт имеет продольную подачу, управление которой происходит при движении щупа по копиру. Копиры или эталонную деталь закрепляют на специальном устройстве.

Имеется также поперечный суппорт, на котором установлены подрезные, канавочные и фасонные резцы.

Переналадка станка на обработку другой детали состоит в смене копира и подналадке резцов.

Наиболее распространены три типа горизонтальных одношпиндельных автоматов: фасонно-отрезные, продольного точения и токарно-револьверные.

Фасонно-отрезные автоматы

Их применяют для обработки простых деталей небольших диаметров ($\varnothing 3 - \varnothing 20$) и длины (это валики, кольца и другие детали). Заготовками служат прутки. Пруток пропускается через полый шпиндель и закрепляется в цанговом патроне. Автоматы имеют от 2х до 4х поперечных суппортов. На суппортах закрепляют фасонные резцы и один отрезной резец.

На этих автоматах обрабатывают только наружные поверхности заготовок, имеющих форму тел вращения, и только с поперечной подачей резцов.

Автоматы продольного точения

На них обрабатывают детали из стали и цветных металлов сложной формы диаметром до 22 мм и длиной 1 до 20d, с повышенной точностью. Заготовками служат точные калиброванные прутки. Пруток зажимают в цанговом патроне. Особенностью этих автоматов является то, что пруток, кроме вращательного, имеет вместе со шпиндельной бабкой продольное перемещение, являющееся движение подачи.

Суппорты автомата (до 5 штук) имеют поперечную подачу. На них закреплены проходные резцы и один отрезной резец. Скоростями перемещения шпиндельной бабки и прутка, а также моментами включения и выключения, управляет распределительный вал автомата.

При использовании дополнительного продольного суппорта можно выполнять сверлильные и резьбонарезные работы.

Токарно-револьверные автоматы (1Б140)

Это различные крепежные детали, втулки, валики. На них обрабатывают смежные детали диаметром от 8 до 63 мм. Заготовками служат калиброванные прутки из стали и цветных металлов круглого, шестигранного или другого сечения. Автоматы имеют:

А. Шпиндельную бабку с цанговым патроном, зажимным и подающим механизмами;

Б. Поперечные суппорты (2 или 3);

В. Револьверный суппорт с револьверной головкой, имеющий горизонтальную ось вращения.

Суппорты имеют только поперечную подачу, а револьверная головка только продольную. Поэтому инструменты, работающие с продольной подачей, закрепляют в гнездах револьверной головки, а работающие с поперечной подачей – в поперечных суппортах.

Подача и зажим материала (прутка), движение суппортов, поворот револьверной головки и реверсирование шпинделя, регулируются кулачками, закрепленными на распределительном валу.

Эти автоматы работают по замкнутому циклу по принципу параллельной обработки.

Точность обработки достигает 0,04 – 0,06 мм по диаметру и 0,08 – 0,15 мм по линейным размерам.

Горизонтальные многошпиндельные автоматы и полуавтоматы (модели 1240-6)

Их применяют для изготовления деталей из калиброванных прутков, труб разного сечения и штучных заготовок (валики, втулки, пробки и другие).

Имеется шпиндельный блок, в котором вращаются четыре или шесть шпинделей. Через полые шпиндели пропускают заготовки – прутки, закрепляемые в цангах или патронах. Шпиндели получают вращение от вала через центральное зубчатое колесо.

Вокруг шпиндельного блока закреплены на станке 4 или 6 поперечных суппортов (по числу шпинделей). Имеется также продольный суппорт в виде шестигранной призмы, на гранях которой закреплены инструменты, работающие с продольной подачей.

Обработка заготовок производится последовательно при прохождении шпинделей через все (4 или 6) позиций. На последней позиции происходит отрезка детали и подача прутка до упора или снятие и установка штучной заготовки.

Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы

Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы предназначены для обработки штучных заготовок. Различают полуавтоматы последовательного и непрерывного (параллельного) действия.

Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы последовательного действия

На данном оборудовании обрабатывают шестерни, фланцы, муфты, шкивы, ступицы и некоторые корпусные детали. Точность обработки достигают 8-10 квалитета. Здесь за одну установку на всех позициях обрабатывают деталь, перемещаемую последовательно во все позиции. В каждой позиции выполняют свои переходы обработки.

Заготовки крепятся в патронах. Патроны закреплены на шпинделях, расположенных в шпиндельном блоке. Последний выполнен в виде поворотного стола. При повороте шпиндельного блока заготовки переносятся в следующую позицию, где обработка продолжается следующей группой инструментов. Инструменты установлены на суппортах, которые перемещаются по вертикальным направляющим центральной колонны, т.е. имеют продольную подачу (≈ 200 мм).

Поперечных суппортов нет. Для обеспечения поперечной подачи применяются специальные суппорты, в которых продольные движения преобразуются в поперечную подачу. В последней загрузочной позиции шпиндель не вращается.

Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы непрерывного действия

На данном оборудовании за одну установку заготовку обрабатывают только на одной позиции. Но в обработке находится одновременно несколько (по количеству шпинделей без одного) заготовок. Все шпиндели налажены на выполнение одной и той же операции.

Эти станки имеют 6 шпинделей и предназначены для центровой или патронной обработки. Обрабатываются детали сравнительно несложной формы (типа ступенчатых валов, барабанов, поворотных кулаков и др.). Обеспечивается в основном 10й квалитет точности.

Агрегатные станки (АС), их назначение и технологические возможности

Агрегатными станками называются станки, скомпонованные из унифицированных узлов и механизмов определенного целевого назначения.

Из этих узлов по принципу агрегатирования можно быстро создавать автоматизированное высокопроизводительное оборудование различного технологического назначения.

К **элементам агрегатных станков** относятся: станина, силовые головки с приводом, стол неподвижный для установки приспособления и закрепления заготовок, столы поворотные, различные стойки в компоновке станка, элементы управления. Все эти элементы (кроме приспособления) унифицированы.

Силовые головки могут быть одно- и многошпиндельными. Они имеют поступательное перемещение по салазкам (быстрый подвод, рабочая подача, быстрый отвод головки в исходное положение).

Агрегатные станки могут иметь большое число шпинделей (на нескольких силовых головках), многопозиционные столы и барабаны и многоместные приспособления. Этим достигается высокая производительность обработки.

Агрегатные станки широко применяют в массовом и серийном производстве. На них выполняют обработку отверстий (сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, нарезание резьб, снятие фасок, цекование бобышек), фрезерование плоскостей, пазов и уступов. Реже применяют токарную обработку и шлифование.

Сочетая между собой различное число инструментов, шпинделей, силовых головок, позиций обработки, а также многоместные и многопозиционные приспособления, можно получать большое число схем компоновок АС.

К приспособлениям для АС предъявляются требования к надежности закрепления заготовок, жесткости, точности исполнения и быстродействию. Часто на АС применяют специальные приспособления.

Режущий инструмент для АС имеет свою специфику: высокая степень концентрации технологических переходов обуславливает применение инструмента многолезвийного типа. Инструмент выполняется сборным и комбинированным.

Преимущества агрегатных станков

- 1. Они наиболее эффективны при обработке сложных и трудоемких деталей (корпусные детали – блоки цилиндров, головки блоков, картеры КПП и другие);*
- 2. Достигается высокая степень концентрации выполняемых операций, что приводит к высокой производительности труда;*
- 3. При применении агрегатных станков достигается сокращение производственной площади и основных рабочих – за счет нескольких универсальных станков;*
- 4. Агрегатные станки легко могут быть встроены в АЛ;*
- 5. Легкость перекомпоновки агрегатных станков в случае изменения объекта производства. Это достигают сменой или добавлением готовых нормализованных элементов. На переналадку затрачивается немного времени. Это преимущество особенно важно в серийном производстве;*
- 6. Высокая надежность работы агрегатных станков, т.к. они создаются из заранее изготовленных, проверенных и тщательно испытанных узлов;*
- 7. Короткие сроки проектирования и изготовления;*
- 8. Невысокая стоимость и быстрая окупаемость ($\approx 1 \dots 3$ года).*

Основные типовые компоновки агрегатных станков

1. Одношпиндельная компоновка

2. Станки с многошпиндельной силовой головкой

3. Станки многостороннего типа

4. Многопозиционная АС

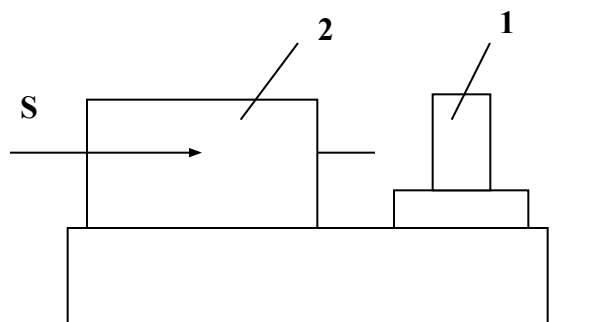
5. Многопозиционные многоместные АС

6. АС с поворотными многопозиционными приспособлениями

7. АС, основанные на принципе параллельно-последовательной концентрации переходов обработки

8. АС с поворотными многоинструментальными головками

1. Одношпиндельная компоновка

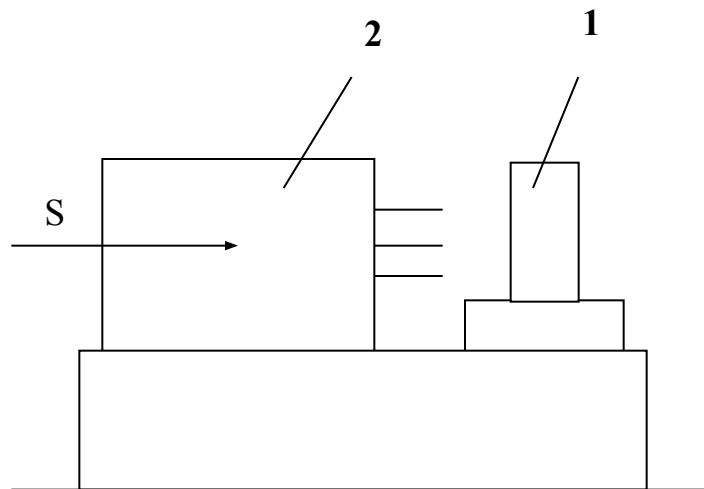


*1 – корпусная деталь (КД)
2 – силовая головка*

Это наименее производительная компоновка. Ее преимущество – возможность быстрой сборки станка для любой специальной детали.

Для повышения производительности обработки здесь можно применять многолезвийный и комбинированный режущий инструмент, позволяющий одновременно обрабатывать несколько поверхностей заготовки.

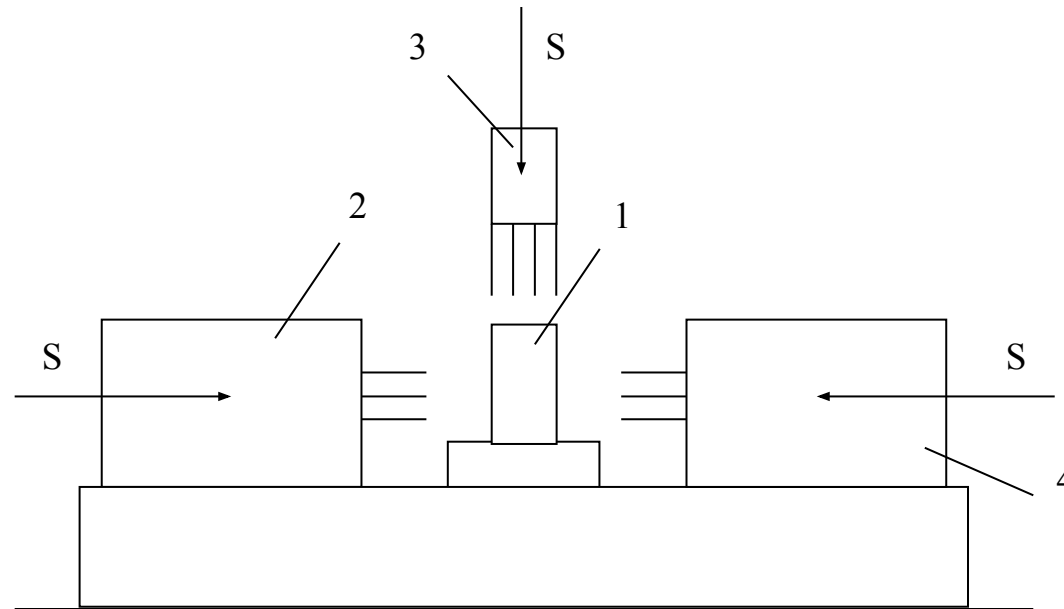
2. Станки с многошпиндельной силовой головкой



*2 – многошпиндельная
головка (например,
сверлильная)*

Здесь также могут применяться многолезвийные инструменты.

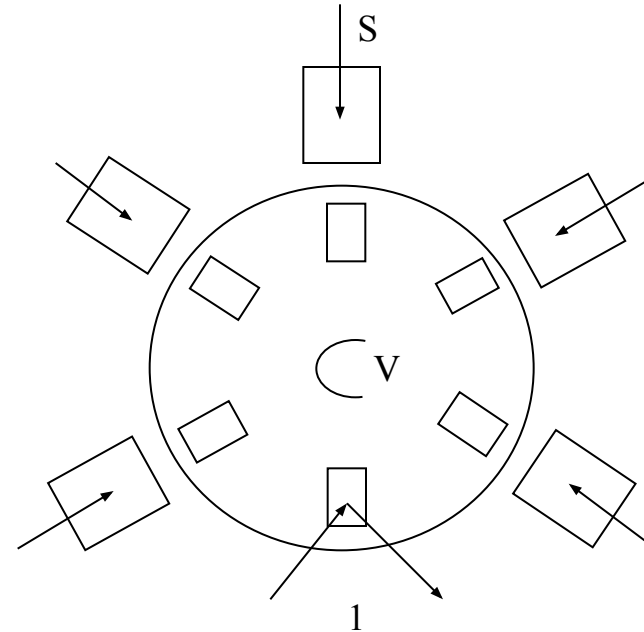
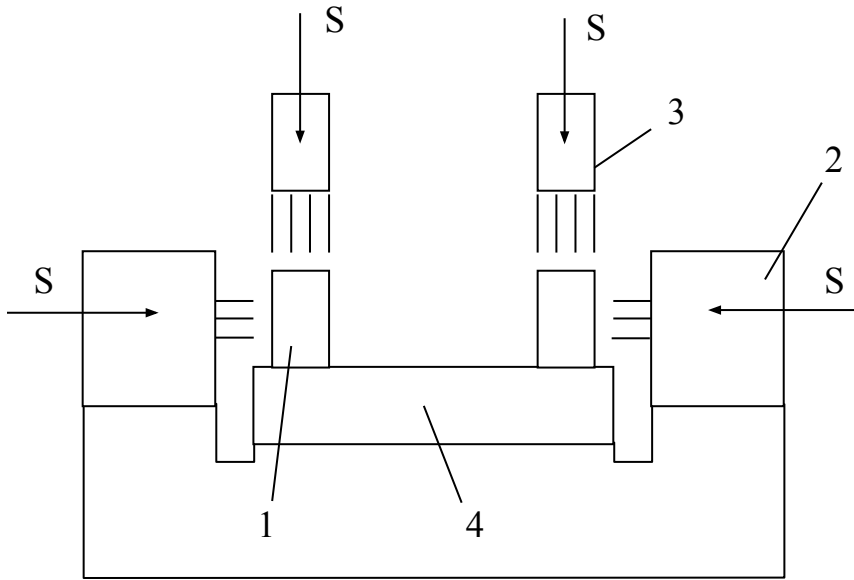
3. Станки многостороннего типа



Здесь параллельно (одновременно) работают несколько многошпиндельных силовых головок – 2, 3 и 4. Обрабатывается одна КД – 1.

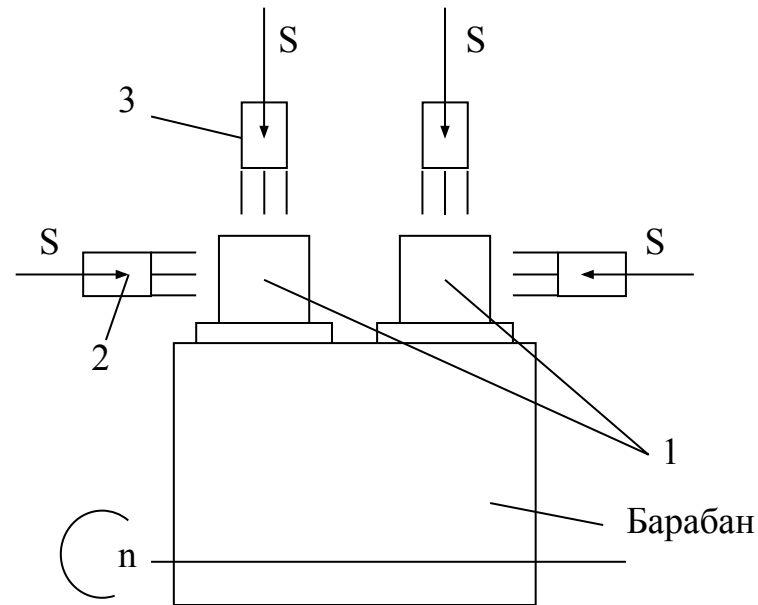
4. Многопозиционная АС

Эти станки имеют или круглый стол с вертикальной осью поворота, или барабан с горизонтальной осью поворота



На круглом столе 4 расположены позиции станка (установлены заготовки 1). На позиции 1 устанавливают и снимают детали 1. На всех остальных позициях производится обработка одной, двумя (реже тремя) многошпиндельными силовыми головками 2 и 3. Здесь достигается полное совмещение переходов обработки во времени.

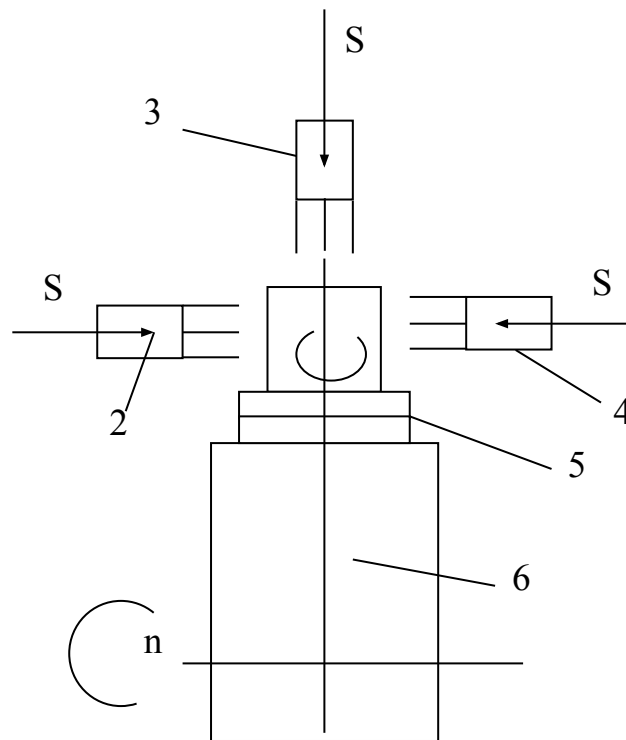
5. Многопозиционные многоместные АС



Здесь в каждой позиции станка установлена не одна, а несколько (две) заготовок 1. Их устанавливают в специальные многоместные приспособления с быстродействующими зажимными устройствами.

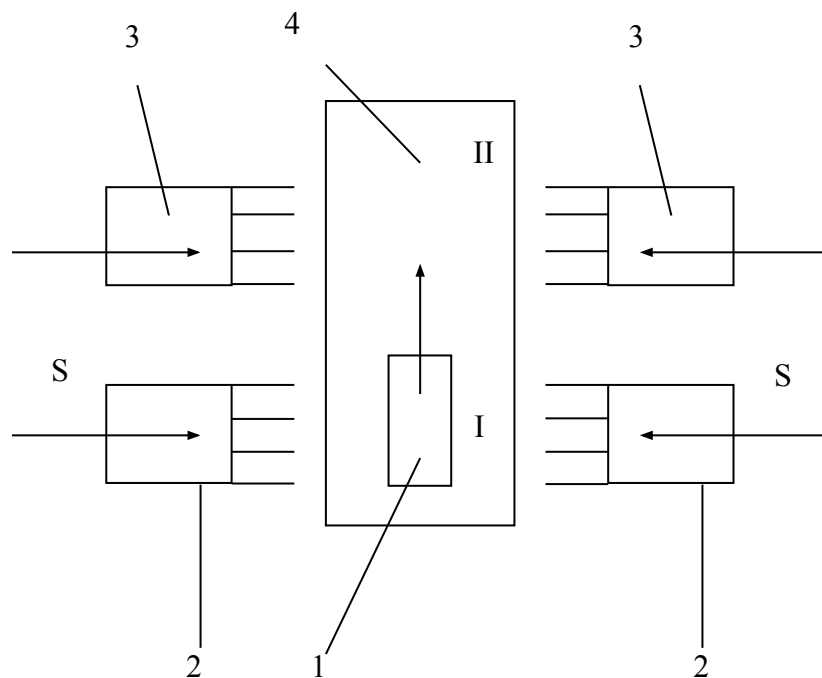
Число позиций обычно 4 и 6, но иногда бывает – 12. Общее количество инструментов нередко более 200. Также АС часто замещают АЛ средних размеров. Их применяют в массовом производстве при выпуске большого числа мелких и средних деталей.

6. АС с поворотными многопозиционными приспособлениями



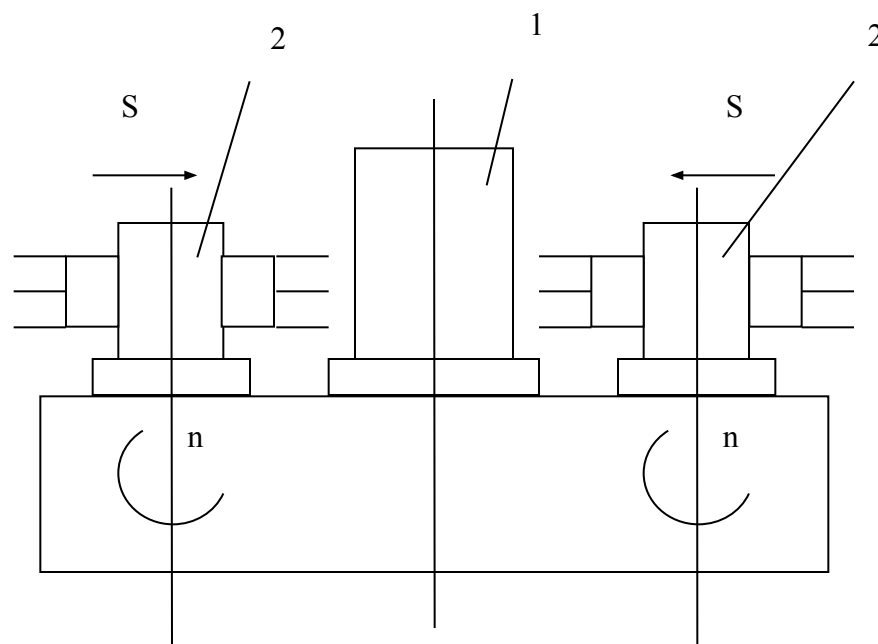
Они применяются, если требуется обработать заготовку 1 с разных сторон. Для этого применяют поворотные приспособления 5, установленные на поворотном барабане 6.

7. АС, основанные на принципе параллельно-последовательной концентрации переходов обработки



Стол станка 4 с закрепленной заготовкой 1 имеет два фиксированных положения: в положении I головками 2 производится предварительная 2х сторонняя многошпиндельная обработка. В положении II головками 3 – последующая чистовая обработка.

8. АС с поворотными многоинструментальными головками



Здесь обработка заготовки 1 ведется многими инструментами, которые последовательно меняются при повороте многоинструментальных головок 2. Эти головки предварительно налажены на определенную операцию обработки.

Что такое мониторинг работы оборудования, и для чего он нужен?

- Мониторинг оборудования позволяет определить, в каком состоянии находится станок. Он осуществляет запись начала работы, конца работы, а также выявляет причины ошибок. Производственные данные показывают, какую работу осуществляет станок, сколько времени и по какой причине он простаивает. Благодаря мониторингу можно определить настоящую производительность устройства, структуру производства, и создать оптимальную нагрузку.

- Мониторинг станков ЧПУ позволяет:
- получить объективные параметры устройства;
- оптимизировать производство, и повысить ответственность работников;
- увеличить время работы оборудования; получить необходимые данные для реализации новых задач;
- решить вопросы касательно неисправности структуры устройств.

Технологии мониторинга

- Системы мониторинга оборудования предполагают использование общей сети для передачи информации на сервер.
- Изучение информации осуществляется с использованием специальных приложений. Приложения дают возможность следить за станками в реальном времени,
- но использовать их в управлении на расстоянии нельзя.

- Система, используемая для наблюдения за агрегатами, реализуется в двух основных вариантах:
- аппаратном – конструкция устройства связывается с датчиками или терминалами, которые фиксируют его состояние;
- программном – станок подключается к общей сети, которая автоматически передает данные о его состоянии.

- Многие предприятия для осуществления более качественного наблюдения за станками с ЧПУ используют комбинированный метод, предполагающий сочетание обоих вариантов.
- Некоторые технологии такого типа созданы на основе приложения DNC. Основным достоинством, которое имеет аппаратная реализация, является возможность осуществления слежения практически за любым устройством.
- Оператор станка может лично осуществлять контроль за работой на станке.
- Но для реализации системы потребуется не только покупка программного обеспечения, но и аппаратного оборудования.

- Недостатками системы являются: не все станки ЧПУ обеспечены сетевой картой и возможностью подключения к интернет-сети; лишь часть из них возможно подключить к незащищенному обмену информацией; ввиду отсутствия единого стандарта, полученную информацию придется обрабатывать самостоятельно.
- На большинстве предприятий комплекс станков состоит из множества устройств, имеющих различные виды и комплектацию.
- На части из них может отсутствовать возможность реализации мониторинговой системы, и иметься особая структура.
- Современные станки обеспечиваются фирменным программным обеспечением для возможности осуществления диагностики и наблюдения.

Возможные причины простоя станков с ЧПУ

- Причины простоя станков с ЧПУ определяются несколькими способами.
- Современные станки имеют программное обеспечение, в состав которого входит приложение для осуществления обследования. Полезные утилиты периодически обновляются, благодаря чему система ЧПУ получает новые возможности. Если оператор, или помощник оператора имеет такое приложение, он сможет узнать о причине простоя, посмотрев на экран устройства.
- Второй способ является более старым. Он предполагает использование программ, благодаря которым система мониторинга может выдать название возможной причины простоя. Эффективность этого способа более низкая, чем у первого варианта.

- Система мониторинга станков ЧПУ рассматривает неограниченное количество причин, по которым может происходить простой.
- В списке основных из них находятся:
- наладка оборудования;
- осуществление технического обслуживания;
- материал для работы отсутствует;
- инструмент для работы отсутствует;
- нет программы для работы.
- Мониторинг может производиться благодаря контролю нагрузки.
- Более надежным является сканер. Он учитывает действия, которые осуществляет станок, и изготовленные детали.

- Виды систем мониторинга
- Среди станков с ЧПУ, поступающих в продажу, лишь 15 % оснащается технологией мониторинга.
- Рынок систем наблюдения за станками составляет около 250 миллионов долларов. По оценкам экспертов, он может достигнуть 1 миллиарда долларов уже в ближайшие годы.
- Наибольшее распространение системы мониторинга получили в Соединенных Штатах Америки и странах ЕС.
- В РФ рынок систем мониторинга станков с ЧПУ превышает отметку в 150 миллионов рублей.

- Пред установкой системы мониторинга, следует определиться с целью, для которой она будет использована:
- сбор информации о работе на станках;
- повышение качества работы.
- Для осуществления первой цели достаточно будет использование программ.
- Вторая цель потребует программно-аппаратного решения.
- Перед установкой оборудования требуется узнать, способен ли станок поддерживать программу по сбору информации.
- Если станок не располагает такой возможностью, то для осуществления цели потребуется использование аппаратных систем

- Одним из лучших способов повышения производства является использование обратной связи между системой мониторинга и цеховыми службами.
- Использование беспроводной сети может привести к ошибкам и снижению точности.
- Аналогичным трудности может вызвать использование «коллективного пульта».
- Система мониторинга способна выявить проблемы, и решить их лишь частично. Для полного решения может понадобиться помощь человека.