

Тема 4 Автоматические линии и гибкие производственные системы

Тема 4.1 Автоматические линии станков

Общие сведения

Автоматическими называют поточные линии станков и агрегатов, связанных в единую систему, в которой весь комплекс технологических процессов происходит без прямого участия рабочего; последний лишь контролирует и налаживает оборудование.

Область применения автоматических линий – массовое производство устойчивых по конструкции изделий. Их используют в различных отраслях машиностроения с довольно широкой номенклатурой операций: сверлильно-расточных, резьбонарезных, токарных, фрезерных, шлифовальных, зуборезных, а также кузнечно-прессовых, литейных, сварочных и термических. В автоматические линии могут входить агрегаты, осуществляющие сборочные операции, антикоррозийные покрытия, взвешивание, упаковку и другие вспомогательные работы.

В состав автоматической поточной линии (АПЛ) входят следующие элементы:

- автоматическое оборудование (станки, агрегаты, установки и т.д.) для выполнения технологических операций;
- механизмы для ориентировки, установки и закрепления изделий на оборудовании;
- устройство для транспортировки изделий в зону обработки;
- контрольные машины и приборы (для контроля качества и автоматической подналадки оборудования);
- средства загрузки и разгрузки (заготовок и готовых изделий);
- аппаратура и приборы системы управления АПЛ;
- устройства смены инструмента и оснастки;
- устройства удаления отходов;
- устройство обеспечения необходимыми видами энергии (электрическая энергия, пар, инертные газы, сжатый воздух, вода);
- устройства обеспечения смазочно-охлаждающими жидкостями и их удаления и т.д.

Автоматические линии последнего поколения снабжаются электронными устройствами, такими как:

1. Супервизоры с мониторами на каждой единице оборудования и на центральном пульте управления. Их назначение – заблаговременно предупреждать персонал о ходе процессов, происходящих в отдельных агрегатах и в системе в целом, и давать инструкции о необходимых действиях (текст на мониторе).

2. Статистические анализаторы с графопостроителями, предназначенные для статистической обработки разнообразных параметров АПЛ: время работы и простоев (причины простоев), количество выпускаемой продукции (всего, уровень брака), статистическая обработка каждого параметра обрабатываемого изделия на каждой автоматически контролируемой операции, статистическая обработка выхода из строя (поломка, сбой) систем каждой единицы оборудования и линии в целом и т.д.
3. Диалоговые системы селективной сборки (т.е. подбор параметров относительно грубо (неточно) обработанных деталей, входящих в сборочную единицу, сочетание которых обеспечивает высококачественные параметры сборочной единицы).

На предприятиях машиностроения и приборостроения применяются автоматические линии, отличающиеся между собой как по технологическим принципам действия, так и по формам организации. АЛ классифицируются по различным признакам, влияющим на их структуру и организацию эксплуатации.

Классификация и характерные особенности автоматических поточных линий приведены в табл.6

Таблица 6

Классификация автоматических линий

Признак	Наименование и краткая характеристика
1	2
Гибкость	<p>Жесткие переналаживаемые АЛ предназначены для обработки одного изделия</p> <p>Переналаживаемые АЛ на определенную группу изделий одного наименования</p> <p>Гибкие АЛ, состоящие из «обрабатывающих центров» гибких транспортно-складских систем с промышленными роботами и предназначенных для обработки любых деталей определенной номенклатуры и габаритов</p>
Число одновременно обрабатываемых изделий	<p>АЛ поштучной обработки</p> <p>АЛ групповой обработки</p>

Способ транспортировки изделия по АЛ	АЛ с непрерывной транспортировкой обрабатываемых изделий АЛ с периодической транспортировкой
Кинематическая связь агрегатов (оборудования) АЛ	АЛ с жесткой связью агрегатов (ротатор-транспортер, желоб и т.д.) АЛ с гибкой связью агрегатов (гибкость обеспечивается наличием перед каждым агрегатом устройства для накопления и выдачи запаса изделий – бункеры, кассеты, пеналы, накопительные башни и т.д.)
Род станочного оборудования	Специально спроектированные для АПЛ Агрегатные станки Универсальные станки

1. По непрерывности действия обрабатывающих инструментов или среды, на объект обработки, АЛ делятся на:

- непрерывные,
- дискретные (с паузами).

2. По непрерывности транспортирования обрабатываемых объектов АЛ различают на:

- непрерывные, когда обработка объектов ведется во время движения транспортера,
- дискретные (шаговые), когда объект обрабатывается в остановленном состоянии, с закреплением и фиксацией в рабочих зонах;

3. По виду связи между станками (агрегатами) АЛ бывают:

- заблокированные (с жесткой связью)
- несблокированные.(с гибкой связью)

Сблокированная автоматическая линия — это АЛ, в которой автоматический транспорт и система управления объединяют работу встроеного технологического оборудования общим циклом.

В заблокированной АЛ, показанной на рис. 6.2, а, изделия загружаются, обрабатываются, разгружаются и передаются от станка к станку одновременно или через кратные промежутки времени, В этих линиях нет межоперационных активных заделов, поэтому в случае выхода из строя любого станка все другие станки выключаются и линия простаивает.

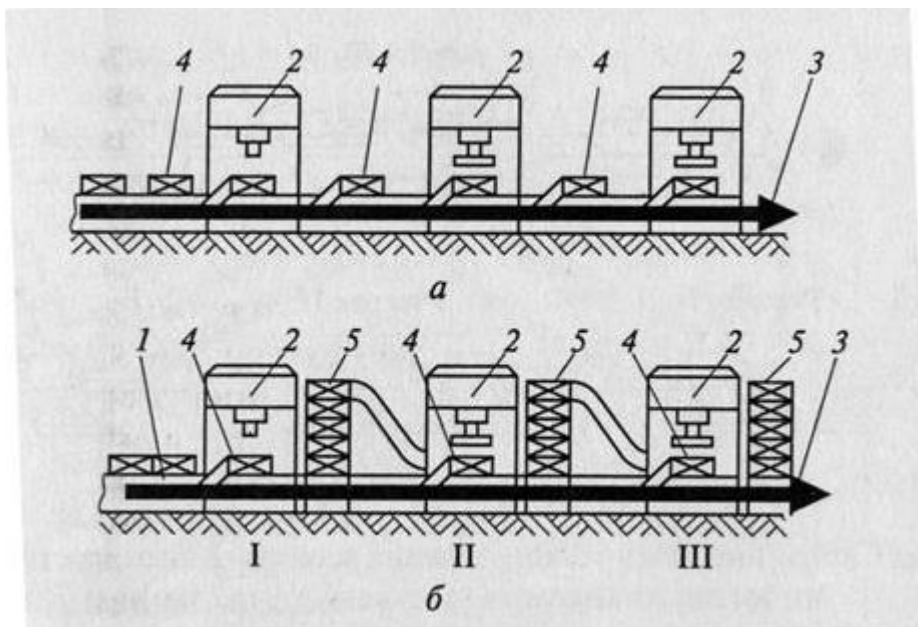


Рис. 6.2. Схемы заблокированной (а) и несблокированной (б) автоматических линий:

1 — накопитель первичной загрузки; 2 — станки; 3 — транспортер; 4 — заготовки; 5 — накопители; I, II, III — номера участков

Несблокированная автоматическая линия — это АЛ, в которой автоматический транспорт и система управления обеспечивают в определенных пределах независимый цикл работы каждой единицы встроенного технологического оборудования.

В несблокированной АЛ изделия обрабатываются и передаются от станка к станку не одновременно. На рис. 6.2,б показано, как после обработки на станке изделие попадает в межоперационный накопитель: в этих линиях имеются межоперационные активные заделы, что позволяет в случае выхода из строя любого станка всем другим продолжать работу до окончания межоперационных заделов.

Межоперационный задел составляют заготовки, расположенные между двумя станками (или участками) АЛ и предназначенные для обеспечения бесперебойной работы станков (или участков) при их различной производительности или в случае поломки одного из них.

Устройство для приема, хранения и выдачи межоперационного задела, расположенное между станками или между участками станков (см. рис. 6.2, б) АЛ, называется *накопителем заделов*.

Из рис. 6.3 очевидно, что несблокированная АЛ может обеспечивать несинхронную связь между станками (рис. 6.3, а) или между участками (при синхронной связи между станками участка — см. рис. 6.3, б).

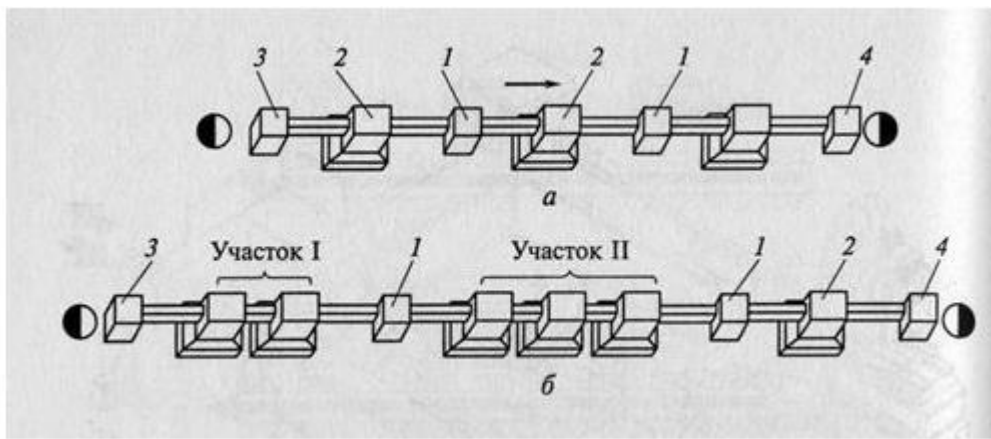


Рис. 6.3. Схемы автоматических линий с накопителями, расположенными между станками (а) и между участками (б):

1 — накопители; 2 — станки; 3 — первичные накопители в начале АЛ; 4 — накопители обработанных деталей в конце АЛ

4. По виду обрабатываемых изделий различают АЛ для обработки корпусных деталей, валов (прямоосных, коленчатых, распределительных), дисков, деталей подшипников и др.

5. По характеру транспортирования изделий АЛ делятся на спутниковые и беспутниковые.

Спутниковая АЛ такая, в которой заготовки базируются, обрабатываются и транспортируются на приспособлениях-спутниках (ПС). В транспортную систему таких линий входят транспортеры для возврата ПС на позицию загрузки.

На рис. 6.4 показана АЛ для обработки корпуса клапана, который из-за формы, неудобной для непосредственного базирования, устанавливается на ПС. Данная АЛ имеет замкнутую транспортную систему, состоящую из продольных и поперечных шаговых конвейеров 2, 3, 5 и 10, перемещающих обрабатываемые детали 4 по рабочим позициям Б, В, Г, Д и возвращающих ПС в позицию А ручной загрузки-выгрузки обрабатываемых изделий (на позициях А, В и Г верхняя плита у ПС не показана). Последовательная обработка детали происходит на станках 7, 8 и 1. На позиции Б растачиваются отверстия и подрезаются торцы левого и среднего фланцев. На позиции В сверлятся отверстия и подрезается торец правого фланца. На столе 9 ПС вместе с деталью поворачивается в горизонтальной плоскости на 180° и поступает на позицию Г для сверления отверстий в торцах правого и среднего фланцев. После обработки ПС с деталью поступает на позицию Д для очистки от стружки, а затем на позицию А для контроля отверстий, снятия с ПС обработанной детали и установки на ПС новой заготовки.

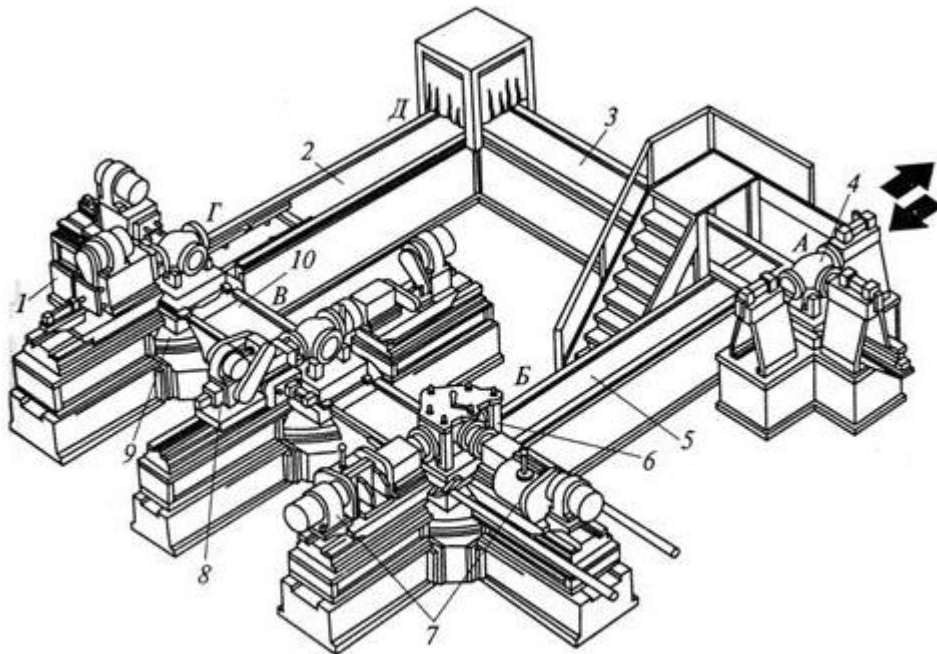


Рис. 6.4. Однопредметная автоматическая линия для обработки корпуса клапана с приспособлением-спутником:

1, 7, 8 — станки; 2, 3, 5, 10 — шаговые конвейеры; 4 — обрабатываемая деталь;
6 — ПС; 9 — стол; А — позиция контроля и загрузки-выгрузки; Б, В, Г, Д -рабочие позиции

При компоновке АЛ из вертикальных станков, когда на одной станине монтируются с противоположных сторон два силовых узла изделие транспортируется в горизонтальной плоскости. По такой схеме строятся АЛ для обработки крупных изделий.

6. По типу встроенных станков различают АЛ из

- универсальных (автоматов или полуавтоматов),
- специальных ,
- агрегатных станков.

Иногда АЛ комплектуется из станков различных типов.

7. По способу передачи изделий со станка на станок различают следующие АЛ:

- со сквозным транспортированием через рабочую зону. Преимущество такого способа — удобство компоновки, недостаток - усложнение обслуживания оборудования. Такие АЛ применяются при обработке корпусных деталей, при обработке наружных колец подшипников на бесцентровых круглошлифовальных автоматах и т.д.;

с верхним транспортированием. Преимущество - облегчение обслуживания станков АЛ, недостаток - усложнение транспортной системы. Такие АЛ применяются при шлифовальной обработке коленчатых валов;

· с боковым (фронтальным) транспортированием. При этом требуется дополнительное устройство для поперечной загрузки заготовок в рабочую зону и съема готовых деталей. Такие АЛ применяются при обработке валов электродвигателей, зубчатых колес и т.д.;

· с комбинированным транспортированием.

8, По числу типов одновременно обрабатываемых деталей АЛ делятся на

· однопредметные,

· многопредметные.

Пример спутниковой АЛ для обработки одного изделия, называемой *однопредметной*, или *однономенклатурной*, приведен на (см. рис. 6.7).

АЛ, предназначенная для производства изделий нескольких типоразмеров или наименований, называется *многопредметной*, или *многономенклатурной*.

Многопредметная АЛ должна быть *переналаживаемой* - ее технологическое и транспортное оборудование за счет автоматического или ограниченного по времени и трудоемкости ручного регулирования или замены элементов технологической оснастки, автоматического транспорта и автоматических загрузочно-разгрузочных устройств должны позволять проводить обработку разных изделий в заранее установленном диапазоне размеров.

9, По числу потоков АЛ бывают

· однопоточные,

· многопоточные.

Обработка, при которой каждая операция (переход) выполняется только на одном изделии, называется *однопоточной*, а работающая по этому принципу АЛ — линией *последовательного действия* (рис. 6.7).

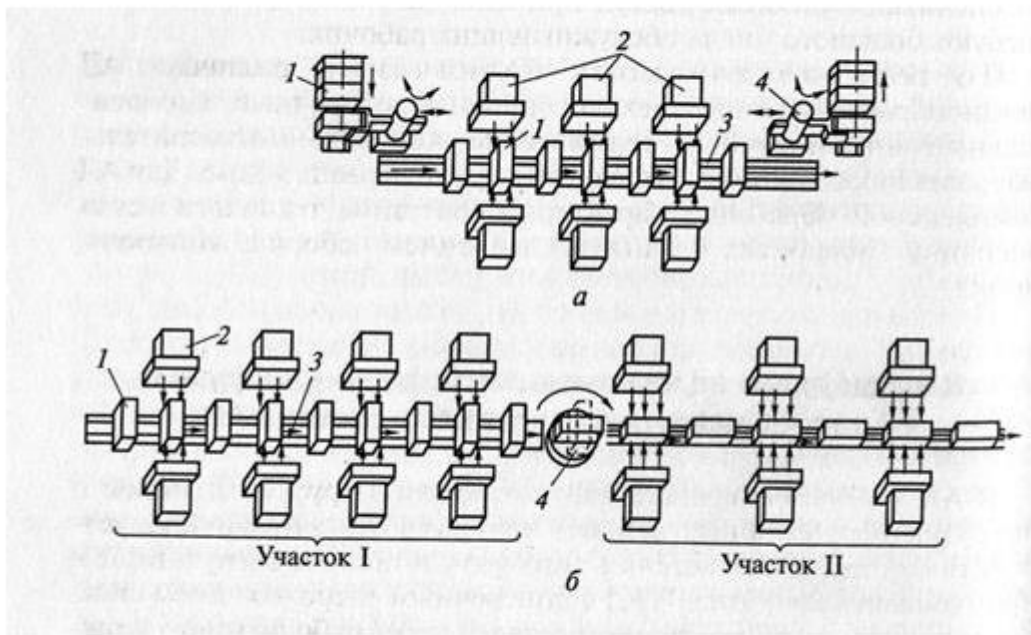


Рис. 6.7. Схемы однопоточных АЛ из одного (а) и двух (б) участков

1 – заготовки 2 – станки 3 – конвейеры 4 – поворотные столы

Обработка, при которой одна и та же операция (переход) выполняется одновременно на нескольких изделиях, называется *многопоточной*, а работающая по такому принципу АЛ - линией *параллельно-последовательного действия* (рис. 6.8). Увеличение числа потоков связано с необходимостью увеличения выпуска изделий.



Рис. 6.8. Схема многопоточной АЛ:

1, 2, 3 — заготовки; 4 — станки

10. По ветвлению потоков АЛ делятся на:

- неветвящиеся,
- ветвящиеся.

Неветвящиеся АЛ применяются когда длительности операций выполняемых на АЛ одинаковые (равная такту), а ветвящиеся – длительности операций разные, отличающиеся друг от друга в разы.

11. По расположению оборудования АЛ различают

- замкнутые,
- незамкнутые.

Замкнутые АЛ загружаются и разгружаются с помощью транспортного устройства, ПР или оператора в одном месте, что является их достоинством; недостаток — затрудненный доступ к оборудованию, что усложняет его обслуживание. Большинство АЛ — *незамкнутые*, т. е. расположение оборудования может быть прямолинейным, Т-образным, П-образным, Ш-образным и т.д. Такие АЛ позволяют выполнять много операций, обеспечивают удобный доступ при обслуживании и ремонте, но требуют большого числа обслуживающих рабочих.

12. По технологическому назначению различают АЛ

- механообрабатывающие,
- механосборочные, сборочные,
- заготовительные, штамповочные,
- термические,
- контрольно-измерительные,
- электроэрозионные,
- упаковочные,
- консервационные,
- комплексные.

Для АЛ комплексной обработки характерно сочетание технологических операций: обработка резанием, давлением, сборка, контроль, мойка и т.д.

Детали, подлежащие обработке на автоматических линиях, должны быть прежде всего технологичными. Заготовки для них должны иметь удобные базы для установки и фиксации в приспособлениях. Конструкция детали должна отвечать требованиям ритмичной обработки, т.е. обеспечивать приблизительно равное время выполнения отдельных операций. В процессе обработки заготовок целесообразно иметь наименьшее количество перестановок и переажимов, производить максимально возможное совмещение операций, не связанных, однако, с применением очень сложного комбинированного инструмента.

Режущий инструмент выбирают в соответствии с технологией обработки. Обычно применяют нормальный или специальный инструмент: однолезвийный, многолезвийный, а также комбинированный в виде целых блоков.

Важным фактором, от которого может зависеть рентабельность автоматической линии, является режим обработки и стойкость инструмента. Поскольку количество одновременно работающих инструментов на линии велико, выход из строя одного из них, смена или подналадка вызывают остановку всего автоматизированного участка. В

действующих автоматических линиях режимы резания установлены с таким расчетом, чтобы инструмент работал без переточки всю смену, а в отдельных случаях – только до обеденного перерыва, во время которого затупившийся инструмент можно заменить.

Контрольные вопросы:

1. Что такое автоматическая линия и что входит в ее состав?
2. Для какого типа производства предназначены автоматические линии?
3. Чем отличается сблокированная АЛ от несблокированной?
4. Как классифицируются АЛ по характеру транспортирования изделий?
5. Как классифицируются АЛ по способу передачи изделий со станка на станок?
6. Какие особенности спутниковых АЛ?
7. Как различаются АЛ по расположению оборудования в линии?
8. Назовите средства автоматизации загрузки заготовок в автоматических линиях.

Цеха и заводы-автоматы

Создание заводов-автоматов — завершающий этап полной автоматизации производства. Этому этапу предшествует создание на предприятиях автоматизированных участков и цехов.

Цехом-автоматом принято называть несколько автоматических линий, объединенных транспортной системой и снабженных единой системой управления.

Заводом-автоматом называют предприятие, на котором весь производственный процесс вместе с подготовкой производства, управлением технологическими процессами, учетом автоматизирован.

В цехах и на заводах-автоматах технологическое оборудование, транспорт и устройства управления должны работать безотказно длительное время. В случае аварий на заводах-автоматах должно быть автоматически введено в действие резервное оборудование. Роль человека сведена к контролю и управлению ходом процесса.

В цехах и на заводах-автоматах процесс производства автоматический, начиная от заготовительных операций и до упаковки. При этом обеспечена межучастковая и межцеховая транспортировка изделий, автоматическая уборка стружки и других отходов, автоматизированное складирование.

Автоматизированные цеха классифицируют по основному типу используемого оборудования: цеха из унифицированного оборудования, из станков с программным управлением, из типового и специального оборудования.

Для массового производства подшипников нашли широкое применение цеха и заводы-автоматы из специального и типового оборудования; для массового производства изделий типа корпусных — из агрегатных станков, а изделий из пластмасс типа колпачков, патронов — из роторных автоматических линий. Для серийного производства изделий применяют станки с ЧПУ, у которых высокая производительность сочетается с универсальностью и мобильностью.

Рассмотрим компоновку цеха-автомата для обработки цилиндрических зубчатых колес нескольких типоразмеров. Схема цеха (рис. 137) состоит из трех участков: *I* и *II* — участки черновой, *III* — участок чистовой обработки изделий. Все участки связаны транспортной системой *1* подачи заготовок и системой транспортировки и раздачи инструментов *6*. Транспортная система оборудована накопителями *2* заделов и складом-накопителем *7* перед агрегатом термообработки *8*. Управление последовательностью обработки заготовки, выбор инструмента, переналадка и другие операции выполняются ЭВМ *5*. ЭВМ определяет свободные места в накопителях *2* и рабочих позициях станков *3* и выдает команды на транспортирующие устройства. Управление участками осуществляется с пультов *4*. После черновой обработки деталь поступает на термообработку в термоагрегат *8*, с которого идет на чистовую обработку.

Рассмотрим компоновку автоматизированного цеха для обработки блоков цилиндров автомобильного двигателя (рис. 138). Производительность цеха — 86 блоков в час. По пяти последовательно расположенным независимо работающим секциям (1Л95, 1Л96, 1Л97, 1Л98, 1Л99) распределены 147 станков. Для работы силовых узлов, поворотных механизмов, транспортных устройств, механизмов зажима и фиксации деталей используется гидропривод. В комплект линий входят инструментальные склады с запасом инструмента и приспособлений для настройки инструмента.

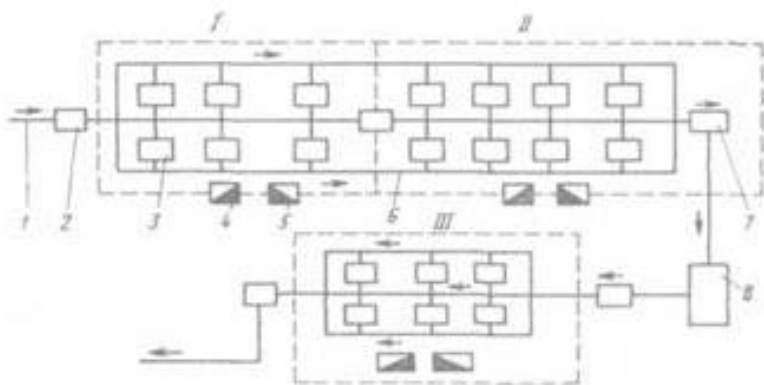


Рис. 137. Структурная схема цеха-автомата для обработки зубчатых колес

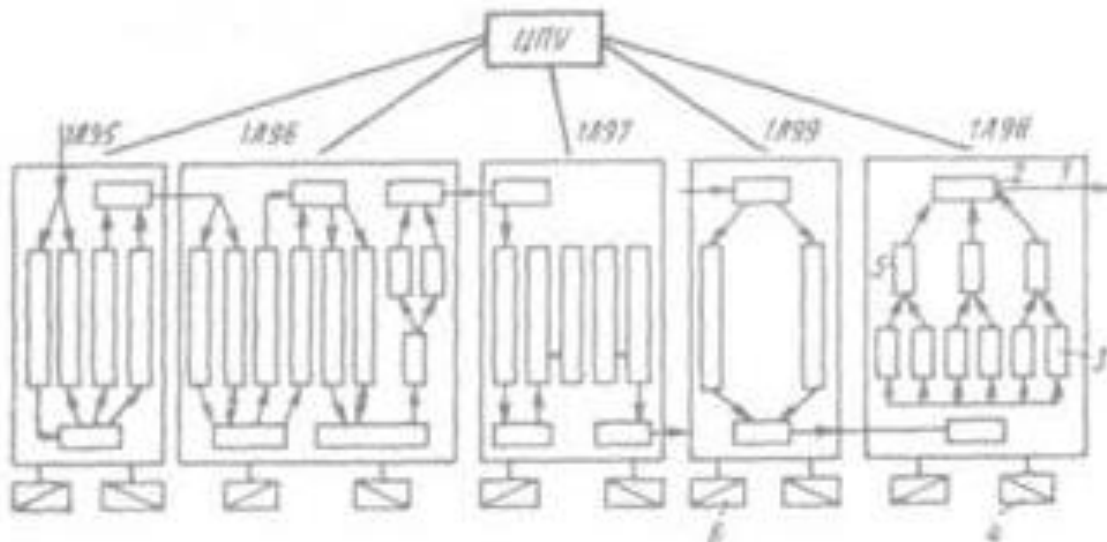


Рис. 138. Структурная схема цеха-автомата для обработки головок и блоков цилиндров двигателя автомобиля

Все линии 3 связаны транспортерами 1. В секциях есть накопители деталей 2, которые включаются автоматически. Управление работой линии осуществляется участковыми командоаппаратами 4 и центральными пультами 6 управления каждой секции. Управляет работой всего цеха центральный пульт управления (ЦПУ).

Первая секция 1Л95 состоит из двух участков, в каждом из которых расположены два ряда станков (двухпоточные участки). В этой секции фрезеруют основные плоскости блока, сверлят базовые отверстия и цекуют платики. Секция укомплектована двух- и четырехшпиндельными фрезерными станками. Крепление детали производится в четырехместном приспособлении на столе. После обработки детали подаются в вибробункер, в котором происходит вытряхивание стружки. Мойка блоков производится на моечной станции.

Далее детали поступают на линию 1Л96, которая состоит из четырех двухпоточных участков, между которыми расположены поперечные транспортеры и накопители заделов. На этой линии производится чистовое и черновое фрезерование торцов коренных подшипников, плоскостей под привод распределительного вала и масляный насос, растачивание отверстий под гильзы цилиндров, сверление отверстий и нарезание резьбы.

Расточные операции, завертывание болтов и запрессовка втулок выполняются на третьей линии 1Л97, которая состоит из двух участков: однопоточного и четырехпоточного. Для автоматического контроля на линии установлены контрольные автоматы. Линия 1Л99 включает в себя два независимых однопоточных участка. На этой линии выполняют чистовое фрезерование плоскостей под головки блоков, фрезерование и расточку плоскостей под привод распределительного вала и насоса. Для контроля отверстий после развертки стоят контрольные, автоматы. Завершается обработка блока цилиндров на линии 1Л98, состоящей из трех двухпоточных участков с одним потоком на каждом контрольном автомате 5. Соединение оборудования в линии параллельно-последовательное с помощью продольных и поперечных

транспортеров. На этой линии производится расточка отверстий под гильзы, расточка и развертывание отверстий под толкатели. Для удаления стружки комплекс оборудован ленточными и скребковыми транспортерами, расположенными в траншеях, проходящих вдоль линии ниже уровня пола. Оборудование линии скомпоновано в основном из нормализованных узлов, что облегчает ее перестройку при изменении конструкции обрабатываемой детали.

Аналогичное устройство имеет цех-автомат для обработки головки блока транспортного двигателя на базе автоматических линий мод. 1Л151а, 1Л151б, 1Л151в.

На заводе-автомате (рис. 139) оперативное управление производством выполняется с помощью ЭВМ центральным вычислительным центром (ВЦ) завода, с которого команды поступают на пульт управления ПУ-1 и пульт управления цехами ПУ-2, а с них на участковый пульт управления ПУ-3. По обратной связи информация поступает с датчиков сбора производственной информации с участков ПУ-3 и далее по цепочке на ВЦ. С участков идет информация, например, о запуске и выпуске деталей, работе оборудования.

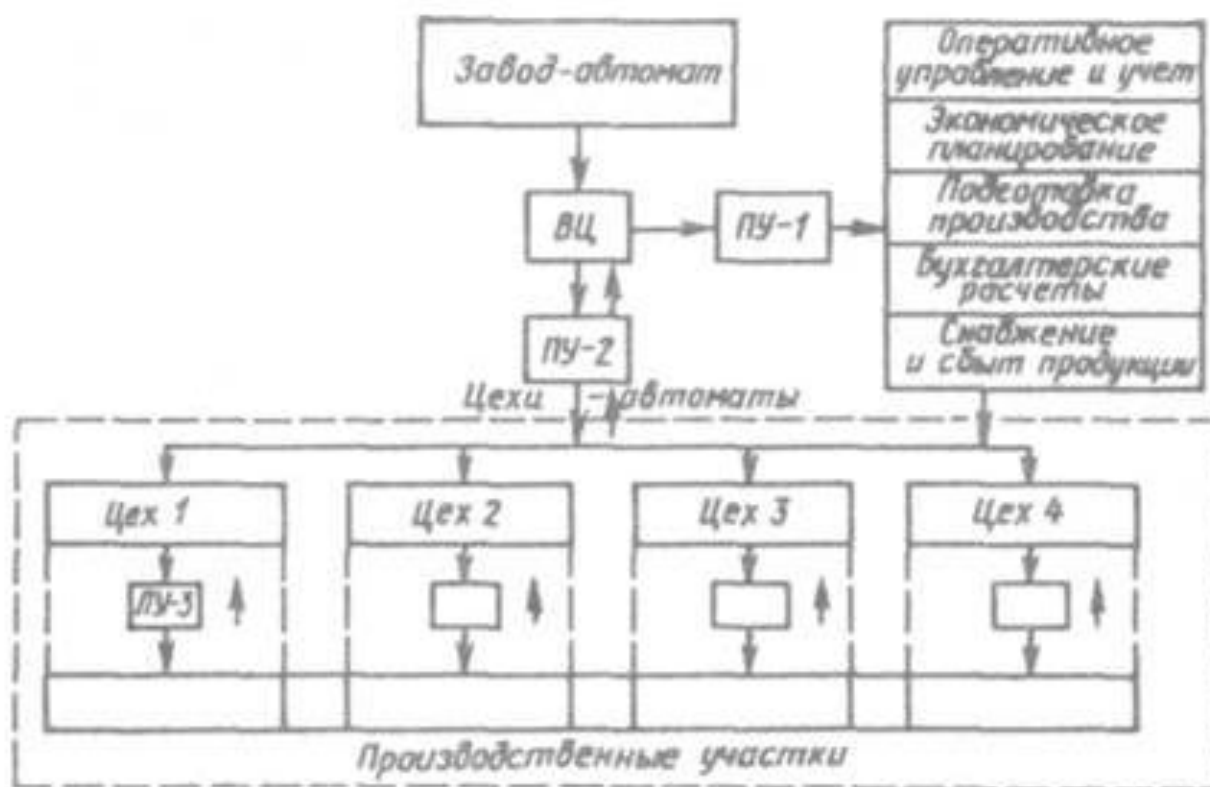


Рис. 139. Структурная схема завода-автомата

Оборудование автоматических линий

Для оценки ступеней усовершенствования станка рассмотрим основные этапы обработки любой детали: составление задания (программы), включающего технические требования на деталь; управление процессом (включение скоростей и их изменение, согласование различных движений); осуществление процесса обработки (сообщение необходимых усилий и скоростей заготовке и режущему инструменту с требуемой точностью взаимного перемещения); контроль процесса (оценка

соответствия технологического процесса и задания с целью определения годности детали или внесения необходимых поправок в техпроцесс).

Приведенные этапы обработки и взаимодействие между ними можно представить блок-схемой (рис. 104).

Любой техпроцесс, даже если он выполняется вручную, соответствует приведенной блок-схеме. В этом случае управляет процессом мозг человека, осуществляют процесс его руки и контролируют глаза. Использование инструмента, приспособления облегчает труд человека, но не меняет его функций.



Рис. 104. Блок-схема технологического процесса

Ранее рассматривались ступени последовательной механизации и автоматизации производства: 1 — создание механизмов, которые облегчают труд рабочего; 2 — превращение механизмов в машину, которая сама выполняет техпроцесс над деталью (токарные, фрезерные, расточные и другие станки).

Передача управления самой машине привела к созданию станков-автоматов, где только контроль принадлежит человеку. Последняя ступень автоматизации — комплексная автоматизация. Но представляет определенный интерес механизация и автоматизация самого станка, тем более что парк универсального составляет около 30% от всего металлорежущего оборудования. Около 20% всего времени на этих станках затрачивают на резание, остальное время — на вспомогательные приемы. Явная возможность увеличения производительности труда — сокращение вспомогательного времени за счет разработки и внедрения быстродействующих устройств.

Рассмотрим схему модернизации типового токарного станка для автоматизации всего технологического цикла операций и превращения его в автомат (рис. 105). На токарном станке такие операции, как установка и съем детали, подвод и отвод суппорта и задней бабки станка, зажим заготовки в патрон и др., человек выполняет вручную. Модернизация заключалась в механизации этих операций, установке загрузочного магазинного устройства.

Модернизация проходила в четыре этапа. На первом этапе модернизировали суппорт 5 станка. На станке установили бак 2, который снабжает маслом гидропривод пневмогидравлического цилиндра 1 отвода суппорта 5. Рабочую подачу суппорта с резцедержателем 13 осуществляет пневмоцилиндр включения рабочей подачи 3, а поперечную подачу регулирует дроссель регулировки 4. Выключает рабочую подачу суппорта механизм выключения 6 через упор. Ходовой вал суппорта выключает муфта 7.

Второй этап включал механизацию загрузки станка.

Загрузочное устройство 12 было установлено на станке и включено в систему управления.

Третий этап заключался в механизации крепления заготовки в патроне станка. С этой целью на станке был установлен пневмоцилиндр 8 патрона и пневматический патрон 11.

На четвертом этапе механизировали заднюю бабку 14. Перемещение пиноли задней бабки после модернизации осуществляет пневмоцилиндр перемещения 15. Общее управление работой станка происходит через пульт управления 9, установленный на корпусе 10.

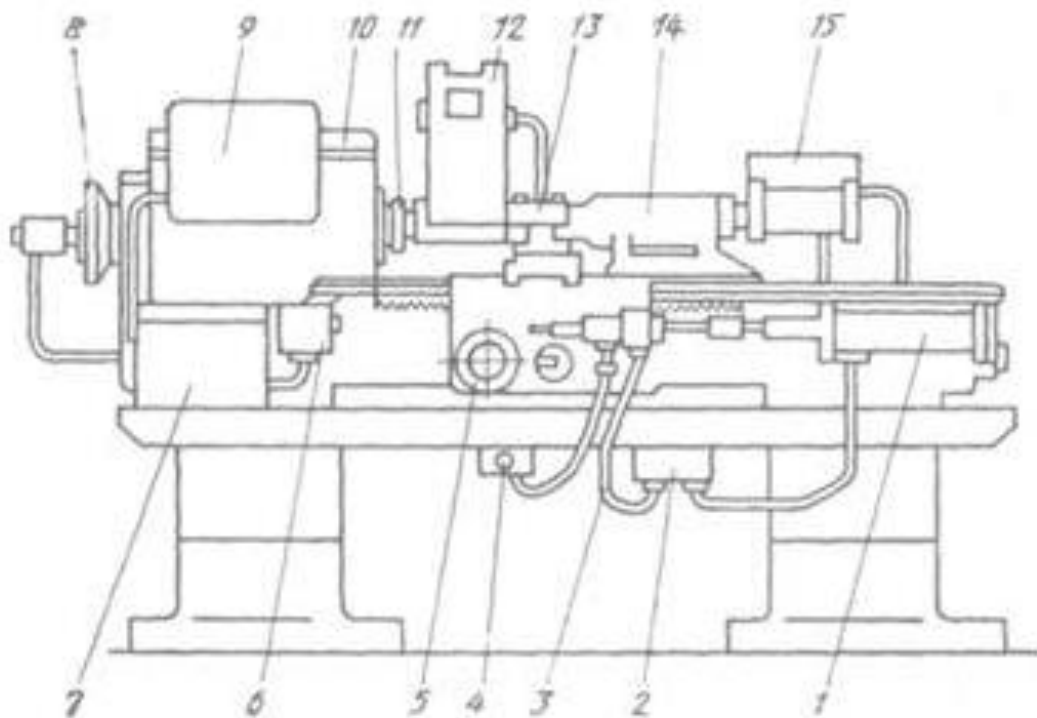


Рис. 105. Модернизация токарного станка

Автоматизированный токарный станок (рис. 106) действует следующим образом. Для подачи заготовки включают электромагнитный клапан 9. Толкатель 8 работает от пневмодвигателя 10 при включенном электромагнитном клапане и подает заготовки 11 из магазинного загрузочного устройства на линию центров станка, где их зажимает шпиндель 6. В конце хода толкатель нажимает на конечный выключатель 7, через который подает команду на клапан 16 и пневмодвигатель 15. Пневмодвигатель 15 перемещает центр бабки 14 и устанавливает заготовку 11 в поводковый патрон 6 стакана. В конце хода срабатывают два конечных переключателя 12 и 13. Выключатель 12 дает команду на выключение клапана 9, что приводит к обратному ходу толкателя 8 магазина. Переключатель 12 включает клапан 1, подающий сжатый воздух в камеру пневмодвигателя 3. Пневмодвигатель 3 перемещает суппорт с резцом 4. В конце хода суппорт нажимает на два конечных выключателя 5, которые дают команду на выключение клапанов 1 и 16, чем вызывается обратный ход центра задней бабки и

суппорта. При отводе центра обработанная деталь падает в приемный лоток. В конце обратного хода суппорт нажимает на конечный выключатель 2 и включает клапан 9.

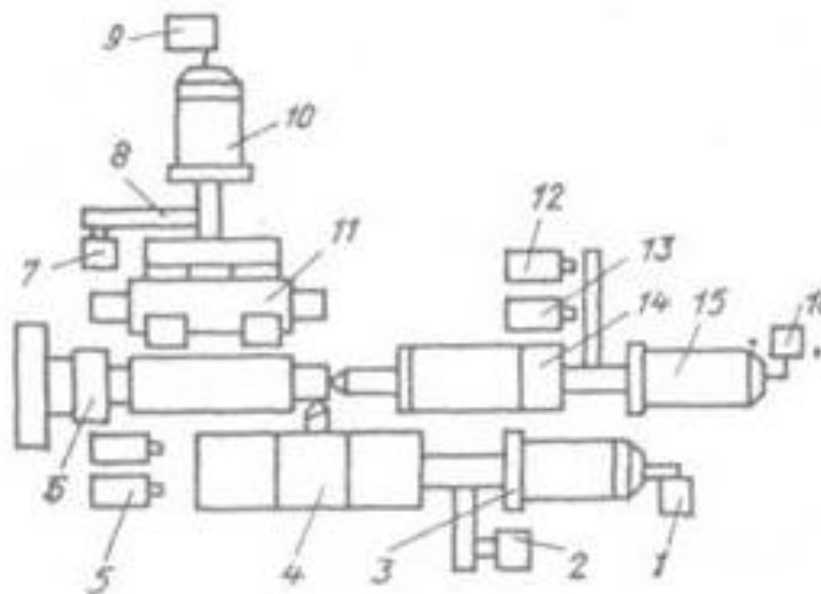


Рис. 106. Схема автоматизированного токарного станка

В настоящее время выпускают станки-автоматы в комплексе с числовым программным управлением, которое играет основную роль в автоматизированном технологическом процессе. Рабочий цикл автомата определен программой.

В серийном производстве для сокращения времени на закрепление заготовки на станке применяют автоматизированные зажимные устройства. Рассмотрим гидропластный зажимной механизм (рис. 107). Заготовку 3 устанавливают на оправку 4. Оправка одной стороной крепится в патрон 5, а с другой стороны имеет плунжер с центровочным отверстием. В задней бабке есть вращающийся центр 1. Зажим заготовки 3 на оправке 4 происходит при нажатии центра 1 на плунжер 2. При этом деформируется вкладыш 6 и происходит крепление заготовки.

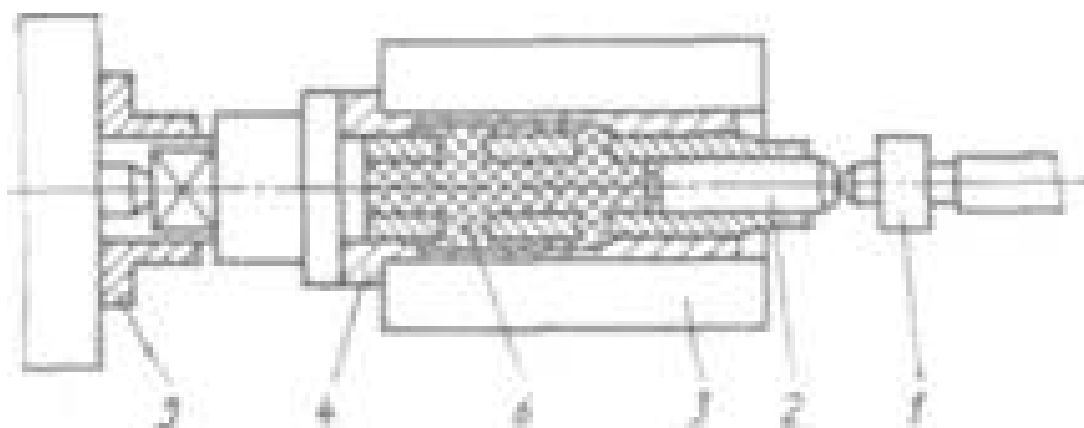


Рис. 107. Автоматизированное гидропластное устройство

Автоматизация фрезерных станков в основном сведена к механизации загрузки и съема, уборки стружки и к автоматическому управлению движением стола в продольном направлении. Автоматический цикл движения стола обеспечивает

быстрый подвод заготовки к фрезе, рабочую подачу и обратный ход. При этом используют пневмогидравлические, механические и электромеханические устройства.

В качестве примера рассмотрим применение электромеханического устройства для продольного перемещения станка, состоящего (рис. 108, а) из стола б, ходового винта 10 с гайкой 8, с пружинами 7 и 9, упоров 1 и 5, контактного винта 3 и переключателей 2 и 4.

Электромеханическое устройство работает в следующей последовательности. Стол б связан с гайкой 8 ходового винта 10 посредством пружин 7 и 9. Натяжение пружин отрегулировано по наибольшему усилию подачи. Стол при перемещении доходит до жестких упоров 1 или 5 и останавливается, а винт 10 продолжает вращаться. Гайка 8, наворачиваясь на него, сжимает пружину 7 или 5, а контактный винт 3, коснувшись одного из переключателей 4 или 2, выключает станок или изменяет вращение двигателя.

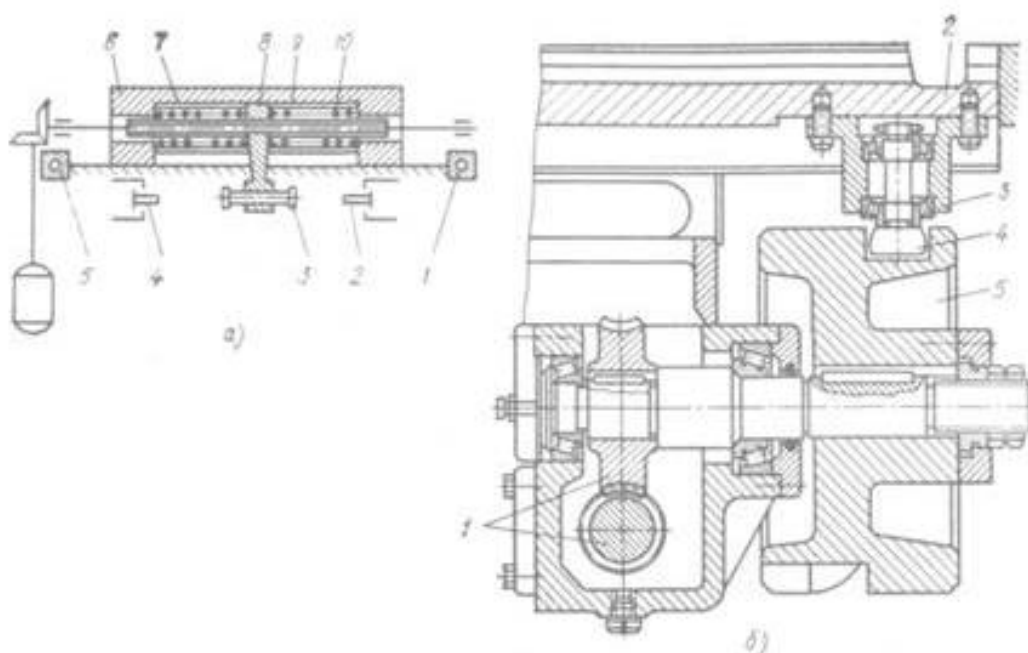


Рис. 108. Зажимное устройство перемещения продольного стола:
а — механическое; б — электромеханическое

Когда необходимо автоматизировать обработку при небольшой величине продольного хода стола, используют другое устройство механического действия (рис. 108, б). Продольное перемещение осуществляет копирный барабан 5 с замкнутым винтовым пазом. В паз барабана входит ролик 4, ось которого вращается на роликовых подушках, запрессованных в корпусе кронштейна 3. Сам кронштейн прикреплен к столу 2 станка. Вращается барабан 5 от червячной пары 1 коробки передач. Профиль барабана изготавливают таким образом, чтобы обеспечить необходимый цикл: быстрый подвод, рабочую подачу и быстрый отвод в исходное положение.

Автоматизированный станок для прорезки шлиц на кольцах (рис. 109) работает следующим образом. Заготовки из магазина 1 под действием собственного веса опускаются вниз на позицию 2. Отсекатель выдает одну деталь для закрепления в

приспособлении. Приспособление состоит из стойки 6, стержня 9 и пружины 7, которая и обеспечивает зажим детали. Ход стола управляется с помощью кулачкового привода 4. Обработанная деталь освобождается с помощью упора 3, закрепленного на кронштейне 5. Магазин с отсекателем укреплен на хоботе станка. Обработанные детали после освобождения падают в лоток 8.

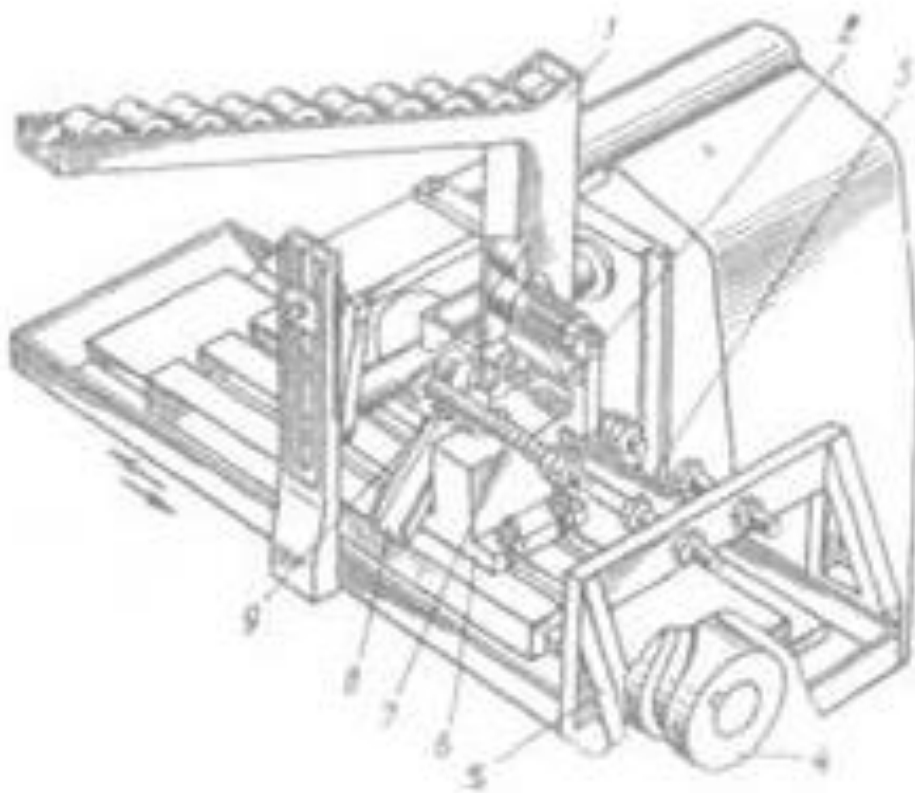


Рис. 109. Автоматизация цикла обработки при прорезке шлиц на кольцах

В сверлильных станках автоматизируют вспомогательные операции, подачу инструмента и весь цикл обработки заготовки. Рассмотрим пример автоматизации всего цикла обработки на примере сверления отверстий в валике (рис. 110).

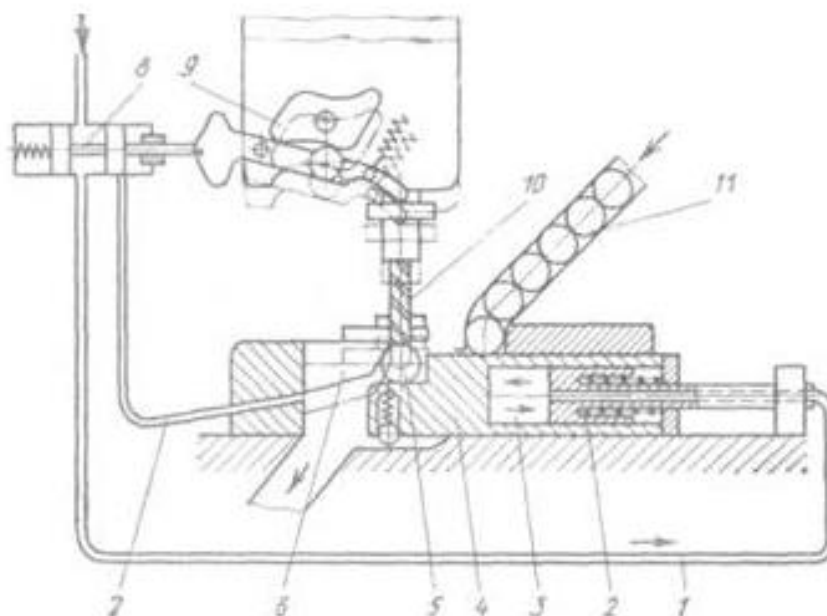


Рис. 110. Автоматизация вспомогательных операций на сверлильном станке

Толкатель 4 с элементами привода 1, 2 и магазин 11 закреплены на столе. Заготовки-валики 5 из магазина поступают в верхнюю полость толкателя 4. Толкатель продвигает по столу сжатый воздух, подаваемый в полость 3, а валик прижимает упор 6. Сверло 10 подается с помощью кулачка 9, которым управляет золотник 8. После сверления отверстия в валике сверло поднимается, подача сжатого воздуха в полость 3 толкателя 4 прекращается и толкатель возвращается в исходное положение для принятия следующего валика из магазина. Готовый валик удаляется через полость в тару. Стружка удаляется сжатым воздухом через шланг 7.

Схема автоматического зенкования с применением поворотного устройства (рис. 111) работает следующим образом. Электродвигатель 1 устройства сообщает через червячный редуктор, храповой механизм и механизм фиксации периодический поворот диску 4. В гнездо диска из магазина или бункера подают заготовки. На одном валу с червячным колесом установлен торцовый кулачок 2, сообщающий возвратно-поступательное движение шпинделю 3 станка. Диск с деталями в момент подъема инструмента поворачивается, во время его опускания происходит фиксация положения. Загрузочные диски делают сменными.

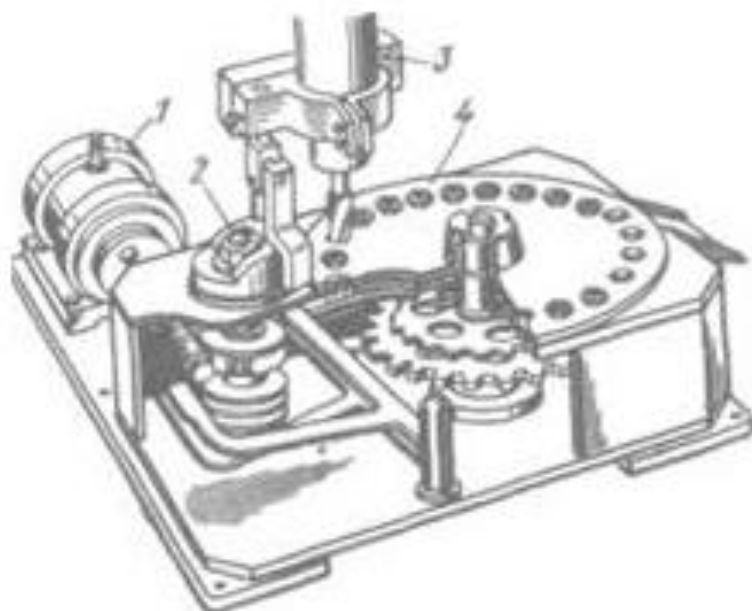


Рис. 111. Устройство для зенкования фасок

Для шлифовальных станков автоматизация в основном сведена к разработке и применению устройств контроля изделий в процессе обработки. Рассмотрим принципиальную схему активного контроля деталей при наружном шлифовании (рис. 112, а). При контроле детали 1 сигнал от преобразователя 2 идет на усилитель 3, который управляет исполнительным механизмом 4. Исполнительный механизм отводит и подводит шлифовальный круг 5.

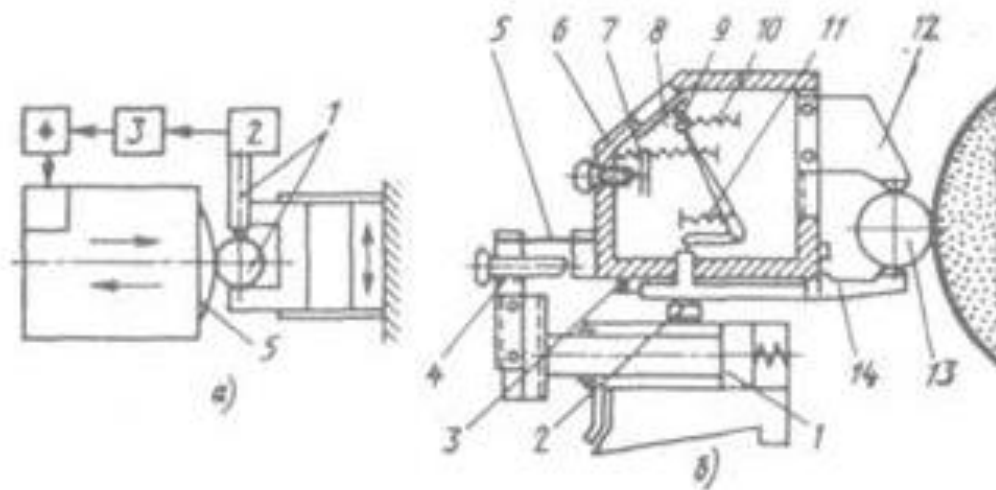


Рис. 112. Активный контроль при шлифовании:

a — принципиальная схема контроля детали; *б* — схема управляющей скобы

Принцип работы управляющей скобы (рис. 112, *б*) следующий. Корпус *б* головки с помощью плоской пружины *5* подвешен к разрезной планке *4*, что обеспечивает надежный контакт верхнего измерительного наконечника *12* с деталью *13*. Нижний измерительный наконечник *14* при уменьшении размера перемещается под действием пружины *3* вверх. Это перемещение вызывает движение стрелки *9* по шкале *8* вниз, так как стрелка прижата пружиной *11* квинту *2*. На стрелке закреплен электрический контакт *10*, при соприкосновении которого с неподвижным контактом *7* подача отключается. Установ скобы в рабочее положение и отвод выполняет гидравлическая головка *1*.

Схема автоматизированного круглошлифовального станка с активным контролем и автоподладчиком *A* (рис. 113) включает в себя: пневмопатрон *1*, люнет с пневмоцилиндром *2*, пневматическую заднюю бабку *8*, устройство для установки и снятия с детали измерительного прибора с электроконтактным преобразователем, командоаппарат *9* с приводом *10*, блок гидрокранов *Б* и систему автоподладки *7*. Механизм быстрого подвода шлифовального круга состоит из гидроцилиндра *3* и штока *6*. Переключение на рабочую подачу происходит в конце быстрого хода, когда головка штока *6* давит на клин *5* и поршень *4* гидроцилиндра перемещается вверх. В конце шлифования срабатывает электроконтактный преобразователь прибора активного контроля, отводится шлифовальный круг и прибор активного контроля, освобождается обработанная деталь и цикл повторяется снова.

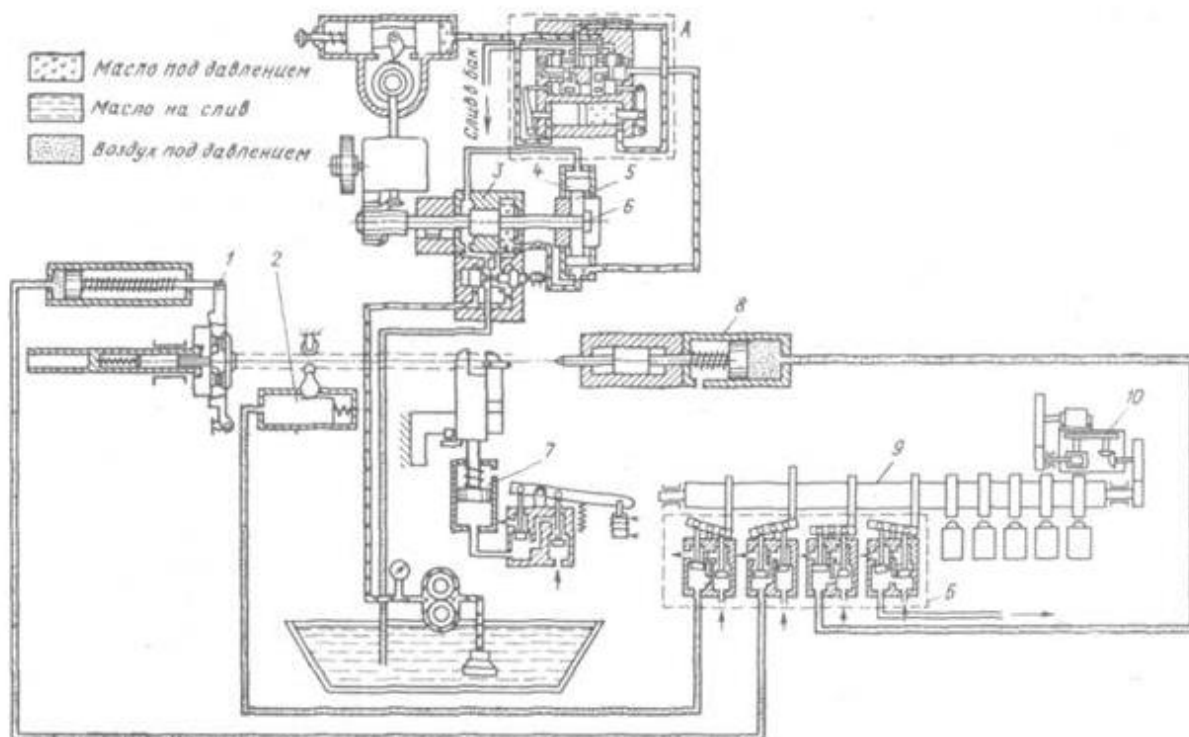


Рис. 113. Схема автоматизированного круглошлифовального станка

Для массового и серийного производства однотипных деталей сложной формы целесообразно применять специализированные полуавтоматы и автоматы, обладающие высокой производительностью. Например, токарные автоматы и полуавтоматы используют при массовом производстве деталей сложной формы из прутка и штучных заготовок. Обработку деталей на этих станках производят несколькими инструментами, которые устанавливают в сверлильных, резьбонарезных и других приспособлениях. Основной недостаток этих автоматов — длительная наладка оборудования при переходе на новый тип детали, при этом требуется переделка основных узлов.

Классический пример специального станочного оборудования — агрегатный станок-полуавтомат и автомат, в которых применение многоинструментальной и многопозиционной обработки позволяет повысить производительность в десятки раз по сравнению с универсальным оборудованием, в том числе и с ЧПУ.

Чтобы сократить затраты, специальные автоматы не проектируют каждый раз заново, а компонуют из готовых функциональных элементов широкого назначения.

В многопозиционных агрегатных станках-полуавтоматах нормализованы **силовые головки и силовые столы**, направляющие, поворотные столы со станинами и приводом периодического поворота, боковые станины и вертикальные стойки, блоки аппаратуры управления и приводы. Проектируют лишь шпиндельные коробки, приспособления для закрепления деталей. Остальные части подбирают по каталогам, подобно тому как подбирают подшипники, двигатели, крепеж и т. д.

Схема компоновки многошпиндельных станков-полуавтоматов приведена на рис. 114.

Рассмотрим подробнее схему работы шестишпиндельного автомата последовательного действия (рис. 115, а). В автомате шесть шпинделей 6, расположенных через равные расстояния по дуге окружности в одном шпиндельном блоке 1. Вокруг блока расположено шесть поперечных суппортов 2, а на центральной гильзе 4 перемещается общий для всех шпинделей продольный суппорт 5. Он выполнен в виде шестигранника, на каждой грани которого устанавливают державки с инструментом. Поперечные суппорты получают подачу от индивидуальных кулачков, а продольный суппорт — от одного общего кулачка. В случае необходимости на продольном суппорте могут быть установлены скользящие державки с режущим инструментом, получающие подачу от индивидуальных кулачков, а рядом — инструментальные шпиндели с независимым приводом вращения. Шпиндели автомата получают вращение от приводного вала 3 через общее центральное зубчатое колесо 7 и поэтому имеют одинаковое число оборотов.

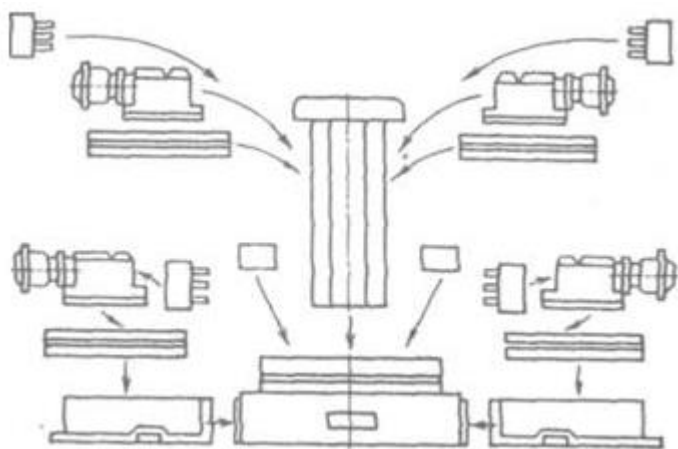


Рис. 114. Схема компоновки многопозиционных станков-полуавтоматов из нормализованных элементов

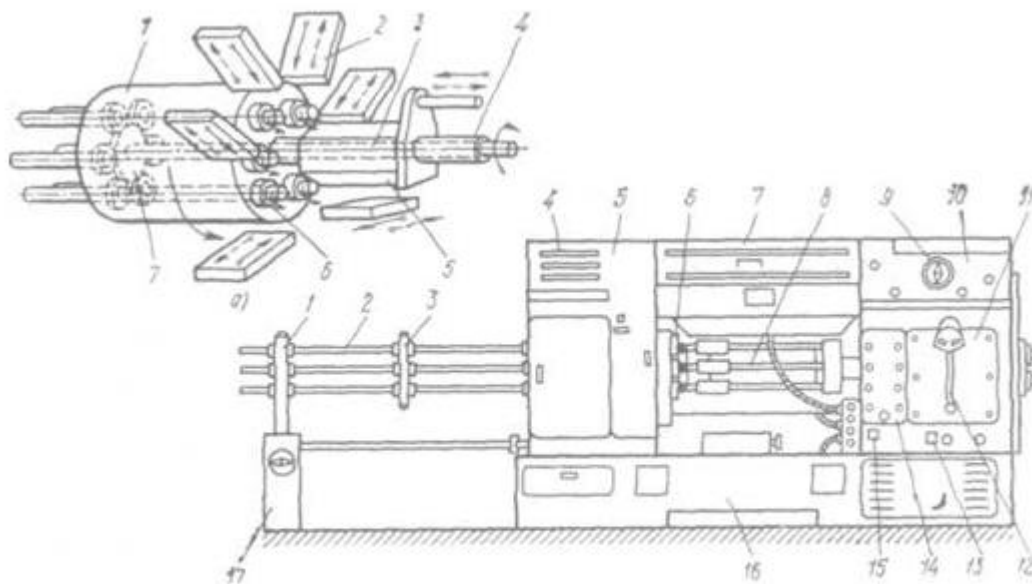


Рис. 115. Схема шестишпиндельного автомата мод. 1А225-6:

а — схема обработки заготовки; б — компоновка автомата

Многошпиндельные прутковые автоматы мод. 1А225-6 и МР-32 предназначены для сверления, зенкерования, нарезания резьбы, накатывания и отрезки деталей из

пруткового материала круглого и многогранного сечения. Высокая жесткость конструкции автомата позволяет обрабатывать на них заготовки на повышенных режимах резания инструментом с твердосплавными пластинками.

Автомат (рис. 115, б) состоит из станины 16, на которой закреплены все агрегаты. Внутри станины установлены электродвигатели главного привода, насос системы охлаждения и шнековый транспортер для удаления стружки, коробка передач 11, корпус 5 шпиндельного блока, поперечный 6 и продольный 8 суппорты, привод продольного суппорта и приспособления, рукоятка включения автоматического цикла 12.

В орган управления входят пульт управления 14, квадрат 15 для выключения и включения транспортера, квадрат 13 для переключения скоростей, циклоуказатель 9 на корпусе 10. Заготовки вставляют в направляющие трубы 2, которые крепят в установленном на стойке 17 заднем диске 1 и среднем диске 3.

Обработку заготовки в автомате ведут автоматически в шести шпинделях, помещенных в одном, периодически поворачивающемся шпиндельном блоке, расположенном в корпусе 5 с ребрами 4. Режущие инструменты устанавливаются в нескольких поперечных суппортах 6, расположенных по окружности шпиндельного блока и на общем для всех рабочих шпинделей продольном суппорте 8.

Автоматом управляет распределительный вал, расположенный в траверсе 7. Кнопочное управление расположено на пульте управления 14. Автоматический цикл работы станка включается рукояткой 12, а скорость вращения шпинделей изменяется квадратом 13. Уборку стружки производит шнековый транспортер, который включается квадратом 15.

В автомате есть механизм автоматической остановки движения прутка, счетчик обработанных деталей, шнековый транспортер для удаления стружки, что обеспечивает безаварийную работу и облегчает обслуживание автомата. Он снабжен также наладочным приводом распределительного вала быстрой наладки.

Большое применение нашли агрегатные станки из нормализованных узлов. В агрегатных станках применяют различные схемы обработки деталей.

На рис. 116 показаны схемы расположения агрегатных головок для случая, когда деталь неподвижна, а ее обработка происходит за одну-две установки комбинированным режущим инструментом. Применяют двустороннее угловое (а) расположение силовых головок, трехстороннее (б), четырехстороннее (в) и круговое (г). При трех первых вариантах заготовка может подаваться в той же плоскости силовых головок, а при круговом расположении заготовка может подаваться сверху кран-балкой или из наклонного магазина.

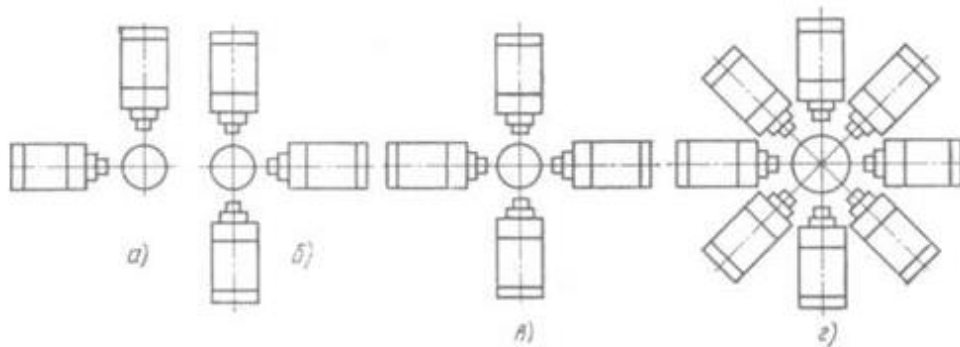


Рис. 116. Схема расположения агрегатных силовых головок:

а — угловое; б — трехстороннее; в — четырехстороннее; г — круговое

Если при обработке заготовка занимает ряд последовательных положений, то применяют рядное (рис. 117) расположение силовых головок. Бывают агрегатные станки с односторонним (а) и двусторонним (б) расположением силовых головок, укомплектованными транспортной системой с поворотными столами.

Схема обработки детали типа корпусной показана на рис. 118. Деталь неподвижна и обрабатывается за один установ.

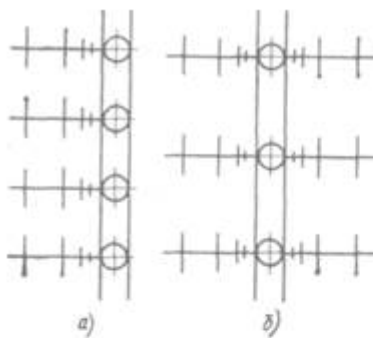


Рис. 117. Расположение агрегатных головок:

а — одностороннее; б — двустороннее

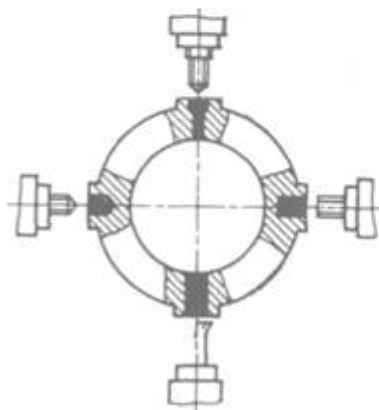


Рис. 118. Обработка деталей типа корпусных

Рассмотрим применение этой схемы на примере типовой компоновки специализированного агрегатного станка для обработки кронштейнов (рис. 119). Все узлы и элементы агрегата можно разделить на: группу опорных элементов — станина 1; кронштейны горизонтальные 13, 14, 15, 16 и вертикальные 5, 7; стол

делительный поворотный 2, группу элементов передач — силовые головки 4, 6, 8 типа ГС-5; силовые головки 10, 13' типа ГС-7; редукторы 11, 14', 9 и редуктор привода стола; группу элементов управления — упоры и пульт 3. Обычно в компоновку агрегата входят загрузочное и разгрузочное устройства, транспортер для стружки и система охлаждения.

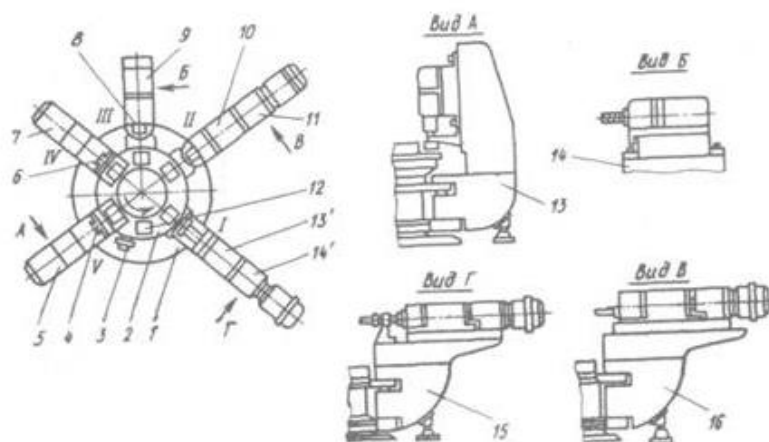


Рис. 119. Типовая схема компоновки агрегатного станка для обработки кронштейна

Обрабатываемую деталь-кронштейн устанавливают на загрузочную позицию 12 делительного поворотного стола 2 и крепят в приспособлении. Цикл работы станка автоматический. Делительный стол поворачивается и заготовка устанавливается на рабочую позицию I. На этой позиции происходит сверление отверстий на одной плоскости, далее деталь переходит в рабочую позицию II, где происходит зенкование просверленных отверстий. При поступлении детали на позицию III сверлится вторая группа отверстий, а на позиции IV происходит сверление отверстий на плоскости, перпендикулярной первой. На V позиции происходит зенкование просверленных на позиции IV отверстий.

Как правило, производительность агрегатных станков высокая, а их исполнение позволяет обрабатывать детали сложной формы типа корпусных. На агрегатных станках устанавливают силовые многошпиндельные головки. Станок по компоновке, схожий со станком на рис. 119, — агрегатный пятисторонний 20-шпиндельный горизонтально сверлильный станок. Этот агрегат выполняет операции сверления, зенкования, подреза торцов и развертывания отверстий в тягах трапеций и наконечниках рулевой трапеции.

В компоновку стола входит семипозиционный поворотный делительный стол, на котором установлены семь приспособлений для зажима четырех деталей. Пять силовых горизонтальных головок, установленных на станине, обеспечивают обработку деталей. Разгружают детали механизмом, зажим деталей гидравлический, удаление стружки — транспортером с подъемом на высоту 1000 мм. При обработке детали подается охлаждающая эмульсия, цикл работы станка автоматический.

В особую группу устройств выделены роторные автоматы. Эта группа машин совершает непрерывное круговое движение совместно с изделием и выполняет все технологические операции в процессе движения. Основное свойство машин состоит в том, что их производительность не зависит от продолжительности технологических

операций. Изделия транспортируют от одной рабочей машины к другой вращающиеся роторы. На рис. 120 приведена схема роторной машины.

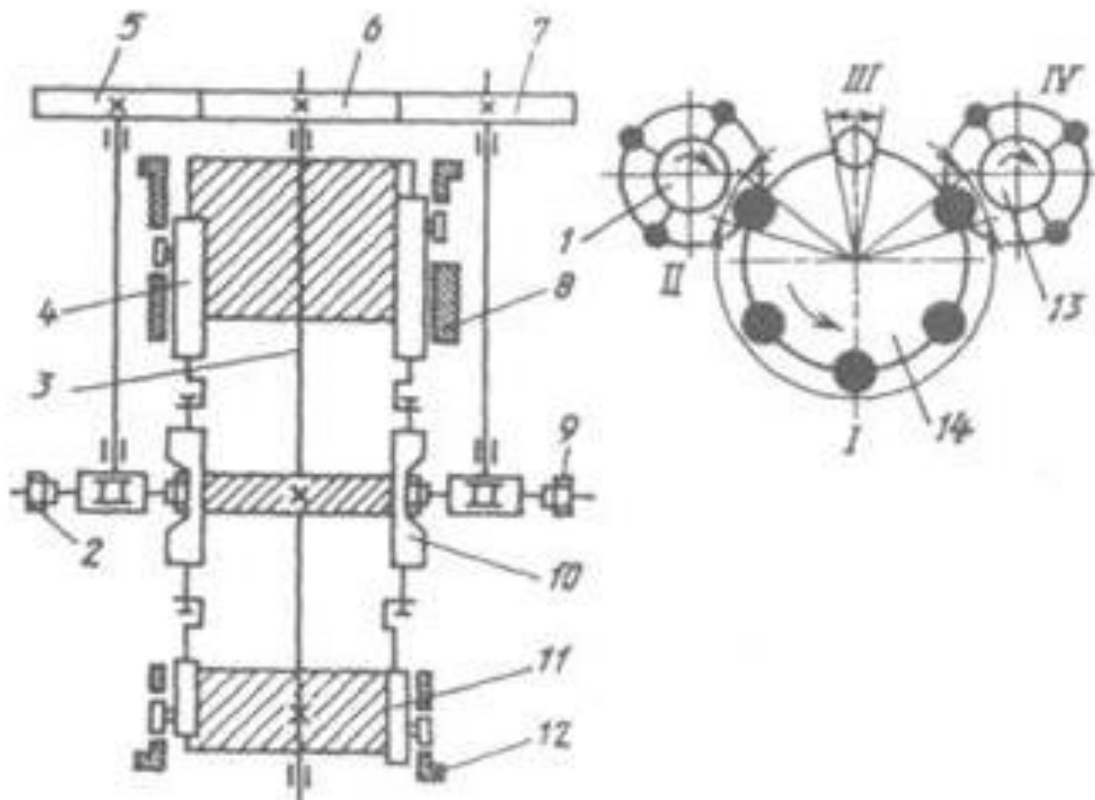


Рис. 120. Схема роторного автомата

Технологический ротор состоит из транспортного питающего ротора 1, транспортера съемного ротора 13, обрабатывающего (рабочего) ротора 14 с валом 3, ползунов 4, 11, зубчатых передаточных колес 5, 6, 7, блоков 10.

Загрузочный транспортный ротор состоит из бункеров, лотков, механизмов ориентации. Загрузочный ротор обеспечивает выдачу предметов обработки на позицию обрабатывающего ротора. Заготовка в зоне 11 из загрузочного транспортера ротора 1 подается в рабочий ротор 14, сидящий на валу 3. В зоне I при вращении рабочего ротора заготовка обрабатывается, а в зоне IV снимается транспортным съемным ротором 13 при помощи несущих органов 2 и 9. Несущие органы 2 и 9 приводятся во вращение зубчатыми колесами 5, 6, 7. В зоне III происходит смена инструментов, которые крепятся на блоках 10. При вращении ротора блоки перемещаются ползунами 4, 11 под действием неподвижных копиров 8 и 12.

Схема ротора холодноштамповочной линии (рис. 121) состоит из прессового ротора 1, транспортного ротора 2, электрощупа 3 и ротора контроля 4.

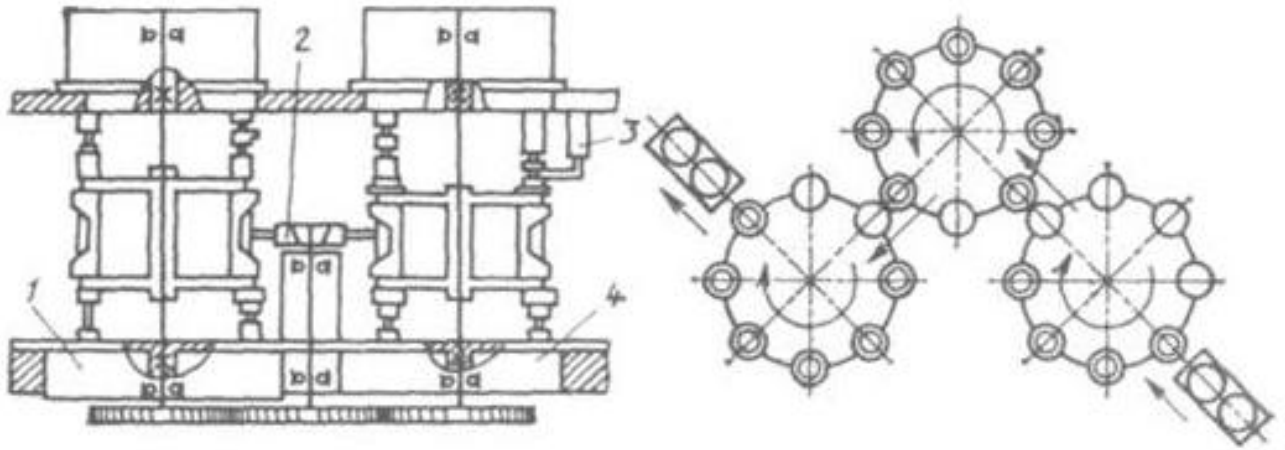


Рис. 121. Схема роторного автомата для холодной штамповки

Что такое гибкие производственные системы

Стремление повысить эффективность многономенклатурного единичного и мелкосерийного производства привело к пониманию того, что в современных многономенклатурных технологических комплексах должны обеспечиваться интенсификация и автоматизация технологических операций, компьютеризация технологического процесса и их согласование с операциями транспортирования, складирования и управления. Это привело к появлению новых принципов организации и управления технологическими процессами, которые называются гибкими производственными системами (ГПС).

Начиная с 80-х гг. XX в. в машино- и приборостроительных отраслях промышленности начинают создаваться ГПС, в которых при реализации как вспомогательных, так и основных технологических процессов значительное место отводится промышленным роботам.

Основой появления ГПС явилось создание:

- оборудования с числовым программным управлением (в ряде случаев обслуживаемого роботами, манипуляторами и другими устройствами, обеспечивающими автоматизацию вспомогательных и установочных операций);
- устройств автоматического хранения, поиска, транспортирования и установки изделий, использующих компьютерную технику управления;
- надежной и дешевой компьютерной техники.

Организационная структура гибкого производства делится на четыре уровня:

- гибкий производственный модуль (ГПМ) — единица технологического оборудования с устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, который функционирует автономно, осуществляет многократные циклы работы и должен характеризоваться способностью встраивания в систему более высокого уровня

- гибкий автоматизированный участок (ГАУ), гибкая автоматизированная линия (ГАЛ), являющиеся совокупностью ГПМ, объединенных автоматизированной

системой управления и работающих по технологическому маршруту с возможностью изменения последовательности работы станков;

- гибкий автоматизированный цех (ГАЦ) — несколько ГАУ и/или ГАЛ для изготовления изделий заданной номенклатуры;
- гибкий автоматизированный завод (ГАЗ) — совокупность ГАЦ.

В ноябре 1966 г. на Минском тракторном заводе смонтирована первая в СССР автоматическая система управления производством (АСУ). Это еще не гибкое автоматизированное производство, но уже одна из его составляющих Первые АСУ технологическими процессами внедрены в 1970 г. на Лукомльской ГРЭС, Новополоцком и Гродненском химкомбинатах. В апреле 1968 г. в Минске прошла первая Всесоюзная научно-практическая конференция «Автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении».

1. Основные составляющие ГПС

При переходе к организации технологических процессов в соответствии с принципами гибкого автоматизированного производства открылся новый уровень возможностей повышения эффективности промышленного производства. Гибкость автоматизированного производства обеспечивают:

- методы управления, позволяющие автоматическую или автоматизированную оперативную перестройку производства;
- использование в производстве оборудования с ЧПУ уровня DNC;
- повышение надежности функционирования оборудования.

Главными компонентами ГПС (рис. 1) являются гибкий производственный модуль, автоматическая транспортно-складская система (АТСС) и автоматизированная система управления.

Сейчас рассматривают три гибкие производственные структуры (рис. 2): гибкий автоматизированный завод; гибкий автоматизированный цех; гибкий производственных участок.

Гибкой производственной системой называется управляемая средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, состоящего из разных сочетаний ГПМ и/или гибких производственных ячеек (ГПЯ), автоматизированной системы технологической подготовки производства и системы обеспечения функционирования, которые автоматически перенастраиваются при изменении программы производства изделий, разновидности которых ограничены технологическими возможностями оборудования.

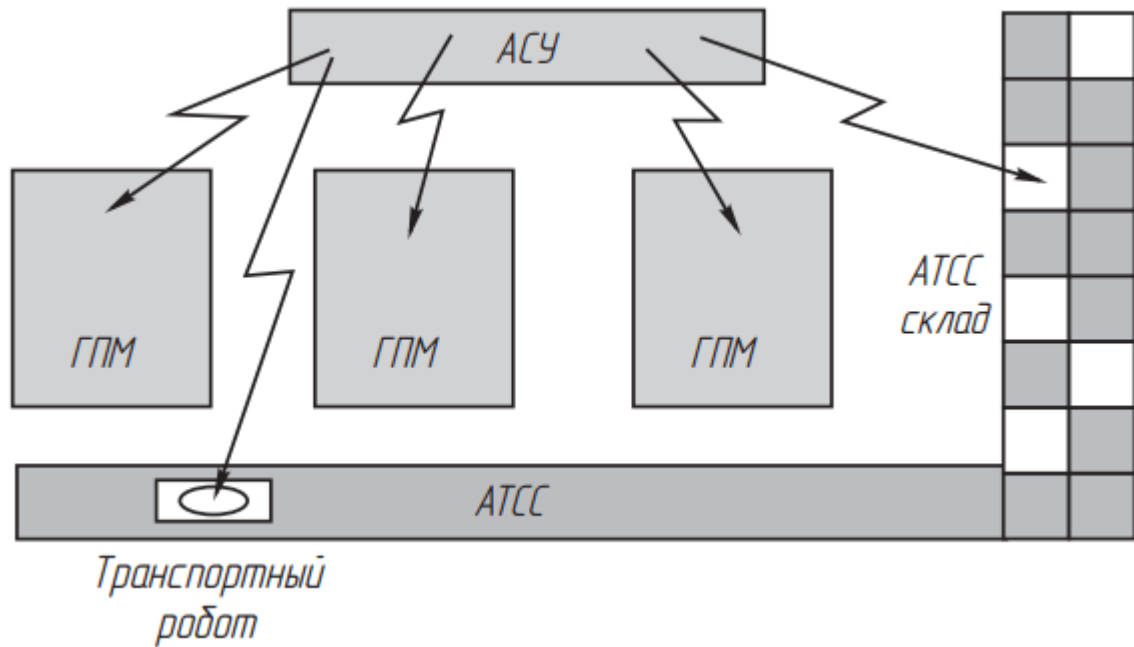
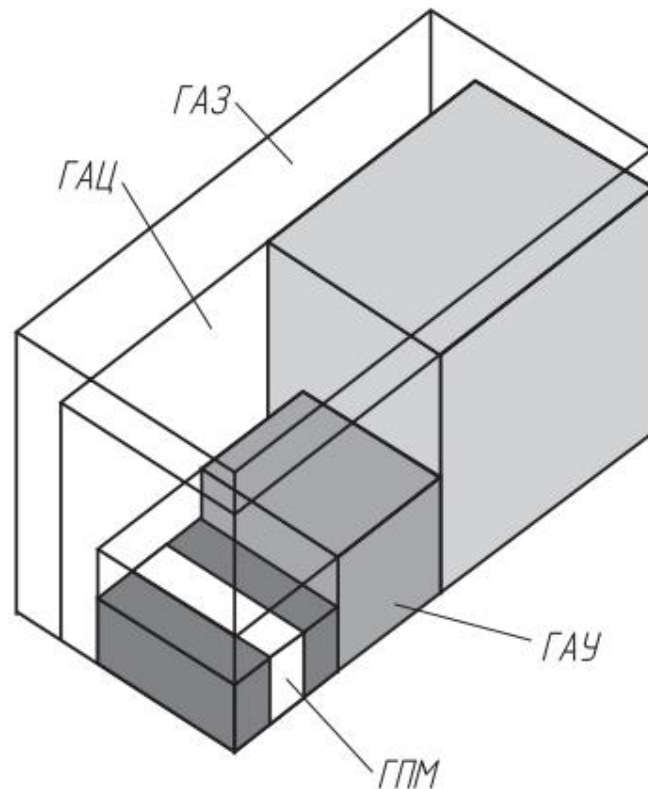


Рис. 1. Структурная схема простейшей гибкой производственной системы

Рис. 2. Схема гибких производственных структур



Гибким производственным модулем называется единица технологического оборудования (один или несколько объединенных одной задачей станков), автоматически осуществляющая технологические операции в пределах ее технических характеристик, способная работать автономно и в составе гибких производственных систем или гибких производственных ячеек. Автоматизация ГПМ осуществляется:

- с помощью устройств ЧПУ для автоматизации последовательности действий рабочих органов технологического оборудования, включая смену заготовок, изделий, инструмента, подачу СОЖ, удаление отходов и переналадку;
- устройствами адаптивного управления для автоматизации регулирования параметров технологического процесса при изменении условий его выполнения;
- устройствами контроля и измерения во время или после операции для автоматизации подналадки оборудования;
- устройствами диагностики оборудования для автоматизации выявления и устранения неисправностей

Гибкий производственный модуль как элемент ГПС является ее основой. В зависимости от методов обработки, формообразования, сборки и контроля различным будет и оборудование, входящее в ГПМ

2. Гибкой производственной ячейкой

Гибкой производственной ячейкой называется совокупность взаимосвязанных автоматизированных систем, обеспечивающих управление технологическим процессом, перемещением предметов производства и оснастки. Гибкая производственная ячейка по своему организационному уровню стоит выше ГПМ. Если модуль работает по готовым данным, то ячейка их генерирует, и для этого она включает:

- автоматизированную систему управления технологической подготовкой производства (АСУТПП);
- автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУТП);
- автоматизированную систему управления технологическим оборудованием (АСУТО);
- автоматизированную систему научных данных;
- автоматизированную транспортно-складскую систему;
- автоматизированную систему инструментального обеспечения (АСИО);
- систему автоматического контроля (САК);
- автоматизированную систему удаления отходов (АСУО) и др.

Система проектирования (автоматизированная конструкторская служба) уточняет характеристики изделия, делает анализ элементов изделия, разрабатывает программу ЧПУ для изготовления опытных образцов, проектирует детали и узлы конструкции, выпускает все нужные чертежи и документацию.

Система технологической подготовки производства разрабатывает нужную технологическую оснастку (штампы, пресс-формы, специнструмент), выпускает чертежи и документацию на них, подготавливает программы ЧПУ для изготовления оснастки, генерирует исходные данные для контроля и измерений в процессе производства.

Рис. 3. Схема ГПС механообработки с указанием связей между структурными элементами

Системы изготовления, складирования, сборки и контроля продукции управляют оборудованием для изготовления оснастки, деталей и узлов изделий, технологическими, сборочными и транспортными роботами, контролируют и

диагностируют продукцию, технологическое оборудование, обеспечивают надежность функционирования производственной системы в целом.

3, Гибкая производственная система

Гибкие производственные системы по назначению классифицируют по четырем показателям:

1. комплектности изготовления изделий (выполняет одну или несколько операций — операционная; изготавливает сборочные единицы — предметная; делает комплект сборочных единиц и собирает их в единый узел — узловая);

2. методам обработки, формообразования, сборки и контроля (это весьма широкий круг работ, в которые входят и такие, как литье, раскрой металла,ковка, обработка резанием, сборка, нанесение покрытий и т. д.);

3. разновидности обрабатываемых изделий:

- высокой гибкости, у которых номенклатура продукции, приведенная на один обрабатывающий модуль, превышает 100 наименований. Затраты времени на переналадку для обработки новой детали в пределах группы не более 10 % полезного фонда времени работы;

- средней гибкости. Номенклатура продукции, приведенная на один модуль, 20-100 наименований, затраты времени на переналадку 20 %;

- малой гибкости. Номенклатура — до 20 наименований; затраты времени на переналадку более 20 %;

4. уровню автоматизации (автоматизированная и автоматическая переналадки при изготовлении освоенных изделий; автоматизированная переналадка при переходе на изготовление новых изделий). Каждый из параметров автоматизации по-разному может влиять на организацию производства:

- высокая степень автоматизации — автоматическое управление и трехсменный режим работы;

- средняя степень — непрерывное автоматизированное управление при многостаночном обслуживании с коэффициентом многостаночности более 2;

- малая степень — коэффициент многостаночности не более 2

Основой ГПС является станочное оборудование. Станки, входящие в первичную ячейку, в ГПМ, могут быть специализированными или универсальными, одинаковыми или разных моделей Они должны иметь:

- автоматический зажим и разжим заготовки;

- автоматический подвод-отвод ограждения;

- датчики, фиксирующие наличие в приспособлении заготовки;

- систему ЧПУ и электроавтоматику, обеспечивающие диалог «станок — робот»;

- автоматическую смену инструмента;

- автоматическую уборку стружки;

- автоматический контроль износа инструмента и подналадку станка

Тип обрабатываемых деталей определяет станочное оборудование для ГПМ. При обработке деталей типа тел вращения используются оснащенные ЧПУ или автоматические токарные, круглошлифовальные, фрезерно-сверлильные станки.

Кроме этого учитываются типовые особенности станков. На станках токарной группы заготовку можно крепить либо в патроне, либо в центрах. В каждом конкретном случае необходимо определить, на каких станках обрабатывать: центровых или патронно-центровых.

Применение патронно-центровых токарных станков с ЧПУ повышает универсальность ГПС вследствие широкой номенклатуры обрабатываемых деталей, но в то же время увеличивает ее габариты.

Для обработки корпусных и плоскостных деталей применяются обрабатывающие центры (ОЦ) и модули на их основе. Используются ГПМ на базе фрезерных, сверлильно-расточных, зубо-, резьбообрабатывающих, электрофизических, электрохимических и других станков. Простейший ГПМ включает ОЦ с одним или двумя инструментальными магазинами. Обычно станок имеет два рабочих стола. Заготовку вручную устанавливают на стол, в то время как на другом столе производится обработка детали. Более современным является ГПМ, содержащий ОЦ с накопителем заготовок.

Вторая составляющая ГПС — промышленные роботы, которые выполняют основные (покраска, сварка, термообработка, сборка) и вспомогательные (транспортирование, загрузка и разгрузка станка, сбрасывание детали в тару, управление включением автоматического цикла работы станка) функции. Промышленный робот, входящий в состав ГПМ, в большинстве случаев оснащается датчиками внешней информации и может обеспечивать помимо названных функций поиск деталей в накопителе, измерение обработанных деталей или заготовок, отбраковку заготовок, межстаночное транспортирование и складирование деталей. Установка заготовок осуществляется в ориентированном виде. В зависимости от вида заготовок ПР может оснащаться различными типами схватов.

Выполнение технологических операций может быть как с индивидуальным, так и с групповым применением ПР. Индивидуальное выполнение операций осуществляется одним универсальным или многоцелевым ПР, вокруг которого размещаются различные транспортные, ориентирующие, вспомогательные устройства и механизмы. Работа такого ГПМ организуется и контролируется многопрограммным устройством ЧПУ (для каждого устройства своя программа), которое дополнительно выполняет функции адаптивного управления. При групповом использовании несколько специализированных и многоцелевых ПР, выполняющих определенные технологические операции, объединяются вместе со вспомогательным оборудованием в ГАУ с законченным технологическим процессом.

4. Автоматизированная транспортно-складская система ГПС

Выполнение автоматизированного перемещения грузов в ГПС, кроме промышленных роботов, организуется с помощью АТСС, которая включает в себя транспортеры, автоматические тележки, склады для создания задела заготовок, хранения полуфабрикатов и готовых деталей.

АТСС гибкого производства могут быть межцеховыми, цеховыми и локальными. Транспортные связи охватывают грузопотоки и все элементы перемещений, включая ориентацию, установку заготовки, съём изделия, укладку в кассеты и т. д.

Система транспортировки может быть организована для перемещения деталей, оснастки, спутников или только для перевозки деталей. Может быть жесткой (например, линия на роликах с приводом) или гибкой (например, самоходные тележки на рельсах или с управлением по проводу). Может перевозить только детали либо детали и инструмент.

Технические средства АТСС делятся на две группы: основное и вспомогательное оборудование. К основному оборудованию относятся автоматические стеллажные и мостовые краны-штабелеры, транспортные и погрузочные роботы, конвейеры непрерывного и циклического действия, накопители, перегрузочные и ориентирующие устройства, технические средства автоматического управления и транспортно-складская тара, а к вспомогательным средствам — толкатели, сбрасыватели, адресователи, ориентаторы, подъемники, питатели и др. Выбор оборудования зависит:

- от транспортно-технологических характеристик груза (массы, размера, формы, способа загрузки, вида и свойств материала) По массе транспортируемые изделия бывают миниатюрными (до 0,01 кг), легкими (0,01. . . 0,5 кг), средними (0,5. . .16 кг), переходной массы (16. . .125 кг), тяжелыми (свыше 125 кг) . По форме — тела вращения (привычных пропорций, дискообразные, спицеобразные), корпусные По способу загрузки — в таре, без тары, навалом, ориентированные, в пакетах, на спутниках По виду материала — металлические, неметаллические. По свойствам материала — твердые, хрупкие, пластичные, магнитные;

- класса груза (сыпучие, штучные длинно- или короткомерные, газообразные, наливные).

Наибольшее распространение получили замкнутые и разомкнутые структуры транспортно-накопительных систем.

Замкнутые транспортно-накопительные системы работают в режиме автоматической подачи поддонов с заготовками по заранее заданному порядку Однако имеется возможность оперативно направлять желаемый поддон в зону смены заготовки.

Разомкнутая транспортно-накопительная система имеет, как правило, линейную конфигурацию. Передача заготовок на спутниках к станку осуществляется автоматически движущейся тележкой- оператором по заранее заданной программе независимо от порядкового номера спутника.

Расстановка станочных модулей зависит от вида выбранного транспорта (конвейеры, рольганги, рельсовые тележки или робокары), а также от организации централизованного или децентрализованного складирования заготовок (общий склад, общие накопители спутников, индивидуальные накопители у каждого станка и различные комбинации этих трех видов)

Система инструментообеспечения, АСИО, имеющая общие черты с транспортной системой, включает участки подготовки инструментов, их транспортирования, накопления, устройства смены и контроля качества инструмента, обеспечивающие подготовку, хранение, автоматическую установку и замену инструмента. Гибкость станочных модулей зависит от видов связей для подачи режущего инструмента к станкам. Это может быть:

- центральный инструментальный склад, единый для всех станков;
- индивидуальный сменный магазин для каждого станка;
- индивидуальная подача инструмента на каждый станок с участка предварительной настройки инструмента

5. Система автоматического контроля и измерения

Одной из определяющих функций ГПС является автоматический контроль качества обработки, который нужен для организации безлюдного производства. Автоматизированный контроль качества обработки и подналадка режимов или режущего инструмента позволяют:

- реализовать необходимую точность обработки с учетом состояния системы станок — приспособление — инструмент — деталь;
- получить информацию о точности установки заготовки на станке, о точности установки режущего инструмента и его размерном износе;
- автоматически контролировать поверхность заготовки детали непосредственно на станке и по результатам измерения ввести соответствующую коррекцию величины износа инструмента;
- определить фактические размеры заготовки с целью автоматического расчета соответствующих режимов обработки

Система автоматического измерения (САК) сравнивает фактический размер с программно заданным и выдает команду или на продолжение обработки, или на повторную обработку с коррекцией или подает сигнал о браке.

Широкое распространение получили системы автоматического измерения и коррекции, включающие специальные измерительные устройства, смонтированные в инструментальных оправках, которые помещаются в инструментальных магазинах станков.

В ГПМ, оснащенных промышленными роботами для установки заготовок и снятия деталей, контролировать размер обработанной поверхности можно измерительным щупом, установленным непосредственно на схвате робота. На время измерения модуль превращается из обрабатывающего комплекса в измерительный и продукцию не производит, что снижает производительность ГПС.

Можно осуществлять контроль как по окончании обработки, так и после предварительной обработки или непосредственно перед выполнением чистовой обработки поверхности. Команда на осуществление контроля включается в управляющую программу обработки. Сейчас все более широкое распространение получает контроль, организованный на специальной измерительной машине.

Наиболее распространенной типовой системой ЧПУ для ГПС является система типа DNC — распределенное числовое управление группой станков, каждый из которых имеет свое устройство ЧПУ. Система состоит из управляющего компьютера-сервера, имеющего интерфейсный блок для связи с устройствами ЧПУ, и пультов операторов для обмена информацией между сервером и операторами станочного оборудования.

Система числового программного управления может быть простейшей (управление только одним движением тележек или деталей) или усложняться и быть

системой, которая управляет программой обработки деталей, магазином с инструментами, качеством обработки, стратегией, которые изменяются в зависимости от требований производства. Наконец, она может быть сложнейшей системой комплексного управления цехом, включая все его составные части

6. Типовые компоновки ГПМ

Рассмотрим компоновки некоторых ГПМ. Модули токарного типа предназначены для обработки деталей типа тел вращения. Представленный на рис. 5 ГПМ, состоит из двух токарных станков 7 с ЧПУ и обслуживающего эти станки промышленного робота портального типа. Каретка 1 с установленной на ней механической рукой 2 перемещается по направляющим портала 5, смонтированного на колоннах 6. Рука 2 манипулятора двухзвенная и состоит из плечевого и локтевого рычажно-шарнирных механизмов. На базирующем фланце конечного звена руки установлен механизм головки (кисти) 3 с захватным устройством 4. Манипулятор имеет четыре степени подвижности: перемещение каретки по порталу, поворот руки в плечевом шарнире, поворот руки в локтевом шарнире, поворот кисти вокруг своей оси на угол 90 или 180°. Кроме того, для зажима и разжима деталей предусмотрено движение губок схвата. В состав гибкой производственной системы для токарной обработки помимо основного технологического оборудования (станков 7 и обслуживающего их робота) входят вспомогательные накопительные устройства 8 для установки в них в ориентированном положении заготовок и обработанных деталей, также находящихся в рабочей зоне манипулятора, и ограждение.

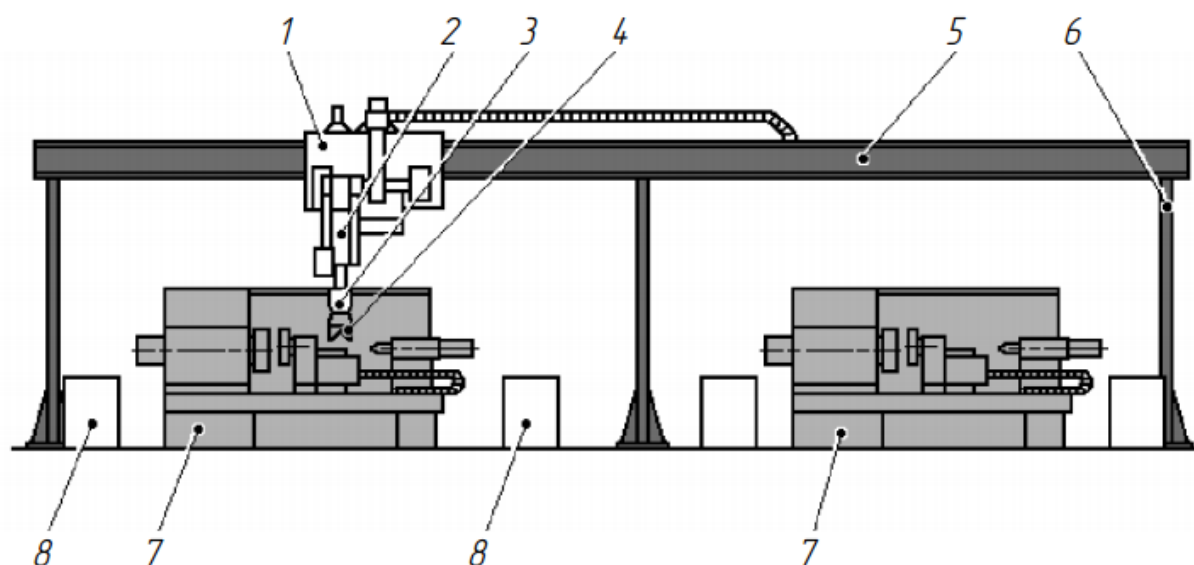


Рис. 5. Гибкий производственный модуль токарного типа

Весьма распространенным является ГПМ для токарной обработки с напольным роботом (рис.6). Робот имеет одну горизонтальную выдвижную руку и вертикальную колонну, вокруг оси которой рука поворачивается. На рис. 6 приведена схема ГПМ, состоящего из токарного станка 6, обслуживающего его универсального промышленного робота 2 и транспортно-накопительного устройства 1 для заготовок и обработанных деталей. Рабочая зона робота охватывает загрузочные и разгрузочные позиции транспортера-накопителя, зону обработки на станке, примыкающую к его шпинделю, контрольно-измерительную позицию специального автоматического устройства.

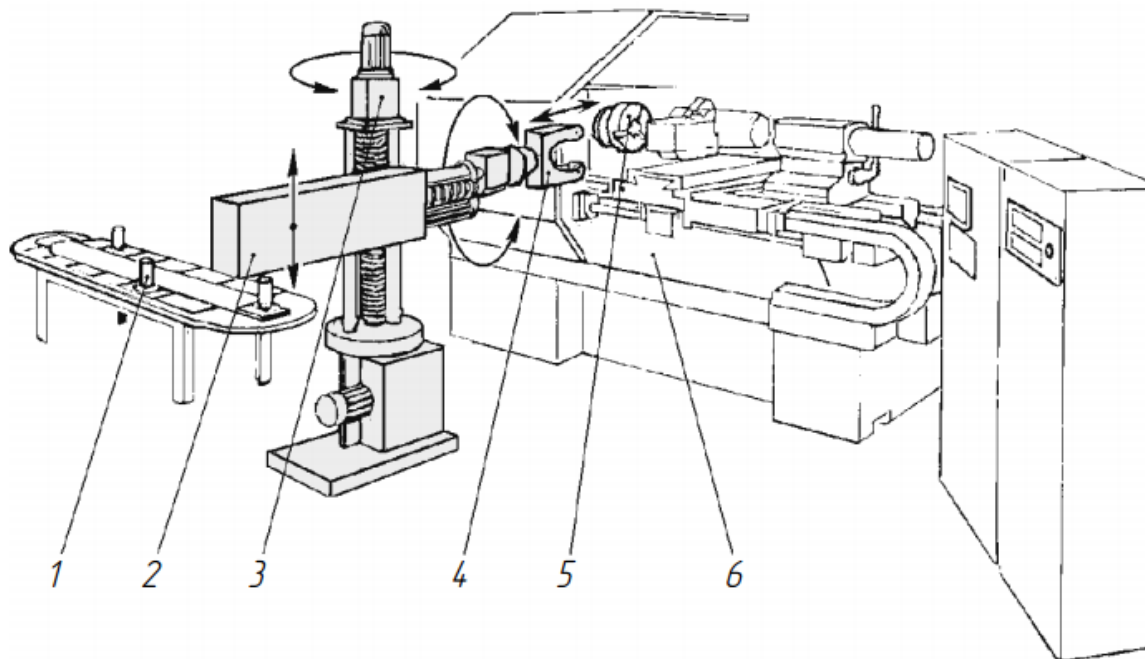


Рис. 6. ГПМ со станком 16К20ФЗР и роботом напольного типа М20П.40.01: 1 — заготовки; 2 — механизм продольного перемещения схвата робота; 3 — механизм вертикального перемещения схвата робота; 4 — схват; 5 — патрон; 6 — станок.

Вариант станочного модуля для обработки тел вращения приведен на рис. 7. Круговая компоновка модуля продиктована применением промышленного робота, работающего в цилиндрической системе координат. В систему модуля входят токарный станок 3, сверлильный станок 6, многооперационный станок 2, контрольная позиция 1, инструментальный магазин 7, позиция загрузки и выгрузки. Промышленный робот 4 выполняет роль универсальной транспортной системы внутри модуля и обеспечивает поток деталей и инструментов. Заготовки подаются на позицию 5 в кассетах, а потом передаются роботом на нужную рабочую позицию. Контроль готовых деталей или полуфабрикатов может осуществляться автоматическим измерительным устройством на любой стадии обработки. Готовые детали передаются роботом на позицию выгрузки. Все агрегаты модуля связаны единой подсистемой управления, построенной по иерархическому принципу, т.е. возможно автономное управление каждым агрегатом с применением микропроцессора и централизованное управление от ЭВМ.

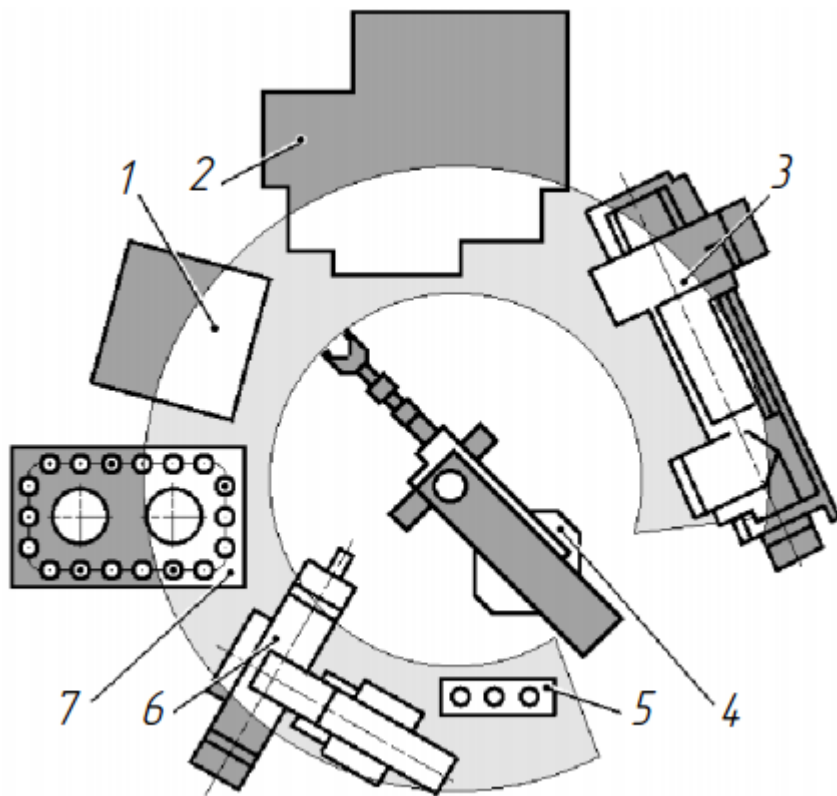


Рис. 7. Вариант станочного модуля для обработки тел вращения

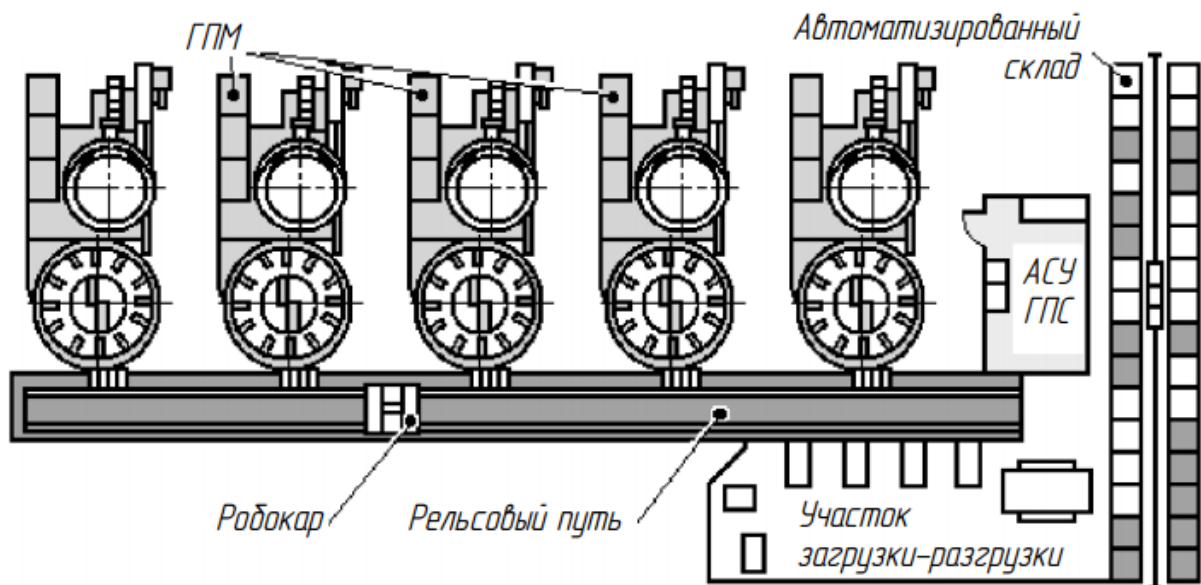


Рис. 8. Схема гибкого производственного участка

Далее приведена схема планировки гибкого автоматического участка типа «Талка-320», предназначенного для многооперационной обработки корпусных деталей малых и средних размеров (рис. 8). В гибкий автоматизированный участок включены пять расположенных в линию ГПМ и рельсовая транспортная система. Система транспортирования обеспечивает доставку заготовок на спутниках с участка загрузки-разгрузки (входящего в состав участка подготовки производства) жестким конвейером на 12-позиционные накопители карусельного типа, входящие в состав базовых ГПМ.

На аналогичных участках в случае обработки небольших деталей при использовании нескольких станков разных групп заготовки обычно подаются в кассетах. Промышленный робот забирает заготовки из кассет и подает их на станки. Снятую со станка деталь ПР укладывает обратно в кассету. На рассматриваемом участке после завершения обработки транспортная система передает спутники с деталями от накопителей на участок загрузки-разгрузки, а также доставляет на станки сменный инструмент

7. Экономические предпосылки внедрения ГПС

Внедрение ГПС значительно повышает производительность труда, позволяет уменьшить число работающих. В качестве примера можно привести результаты введения ГПС в автомобилестроении.

Фирма «Вольво» (Швеция) в 1983 г. на одном из производств выпустила 105 тыс автомобилей при общем числе занятых 5800 человек, т. е. в среднем 18 автомобилей в год на одного занятого. Та же фирма на новом заводе при использовании ГПС в 1990 г. выпустила 30 тыс. автомобилей при общем числе занятых 600 человек, т. е. 50 автомобилей в год на одного занятого. Производительность завода фирмы «Дженерал Моторс» по проекту «Сатурн» на основе технологии ГПС составляет 400-500 тыс. автомобилей в год при общем числе занятых 6 тыс человек, что составляет более 80 автомобилей в год на одного работника.

Благодаря максимальному использованию возможностей оборудования в гибких производственных системах коэффициент загрузки станков может быть доведен до 0,85-0,9, цикл обработки изделий по сравнению с традиционной технологией сокращается в 2-3 раза, а себестоимость продукции снижается в 3-5 раз. Одновременно при том же объеме выпуска продукции в 2-3 раза уменьшается число необходимых станков с ЧПУ. Соответственно экономится и производственная площадь. Но не все так просто.

В технике одним из показателей качества оборудования служит наработка на отказ — время до первой поломки. Если для универсальных станков этот показатель принять равным 1, то для станков с ЧПУ, которые представляют собой более современные машины, он окажется равным 0,4-0,6. Сказывается сложность конструкции. У робототехнических комплексов этот показатель снижается до 0,3-0,4, а у автоматических линий — до 0,25-0,3. Но для того чтобы гибкая производственная система экономически успешно действовала, показатель надежности должен быть в 8-10 раз больше, чем у универсальных станков.

Опыт показывает, что наиболее эффективной областью использования ГПС являются мелко- и среднесерийное производства, в которых преимущественно используют ГАУ с годовой программой выпуска деталей типа тел вращения от 200 до 20 тыс единиц каждого наименования, а корпусных — от 80 до 5 тыс единиц. В крупносерийном и массовом производствах целесообразно использовать ГАЛ.