**Машины и оборудование**

Вариант №7

2002 год

**Содержание:**

Введение ст3

Глава1 Прокатные станы ст5

Глава2 Оборудование литейного производства ст7

Глава3 Оборудование сварочного производства ст10

Оборудование для нанесения износостойких и жаропрочных

покрытий

Глава4 Токарные автоматы и полуавтоматы

Одношпиндерный токарно – револьверный автомат модели 1Б140 ст12

Глава5 Сверлильные и расточные станки

Координатно-расточной станок модели 2А450 ст14

Глава6 Резьбообрабатывающие и зубообрабатывающие станки

Зубофрезерный полуавтомат 5Д32 ст15

Глава7 Станки для лучевой обработки ст17

Глава8 Промышленные роботы. Промышленный робот СМ40Ф2.80.01 ст19

Глава9 Назначения и классификация автоматических станочных систем. ст28

Литература ст35

# Введение

Вся история техники представляет собой борьбу за постепенное освобождение человека от непосредственного участия в процессе производства.

Производственные функции, выполняемые человеком в процессе труда, распределяются на четыре основные группы: 1) энергетические (приложение усилий для выполнения работы); 2) технологические (использование орудий труда для изменения формы, состава, структуры предмета труда); 3) функции управления рабочей машиной и 4) контрольно-регулирующие (контроль, регулирование, программирование процесса). Первые три группы функций должны осуществляться человеком при каждом рабочем цикле, т. е. при изготовлении каждого изделия, а контрольно-регулирующие функции являются внецикловыми и могут осуществляться лишь периодически.

Замена непосредственных производственных функций человека техническими средствами – закон развития производительных сил. Каждый раз, когда происходит интенсивная замена тех или иных функций человека в процессе труда техническими средствами, наблюдаются коренные сдвиги в развитии производительных сил, что свидетельствует о технической революции.

В конце XVIII и начале XIX веков происходила техническая революция, суть которой состояла в широком внедрении машин, что дало возможность перейти от мануфактурного производства к машинно-фабричному. При этом человек освобождался от энергетических и технологических функций, но оставался прикованным к станку, так как должен был участвовать в каждом производственном цикле, управляя машиной и сохраняя за собой полностью контрольно-регулировочные функции.

Первоначально орудие труда – инструмент присоединялся к органам человеческого тела, делая их длиннее, сильнее и т.п., Промышленная революция, связанная с распространением машин, началась, как указывал К. Маркс, с исполнительного механизма, с момента, когда инструмент из рук рабочего перешел в рабочую часть машины. Рабочая машина “...заменяет рабочего, действующего одновременно только одним орудием, таким механизмом, который разом оперирует множеством одинаковых или однородных орудий и приводится в действие одной двигательной силой, какова бы ни была форма последней”. При этом также создается возможность использовать посторонний источник энергии (воду, пар или электричество) и значительно увеличить рабочее усилие, освободившись от энергетических функций.

На этом этапе человек еще участвует непосредственно в производственном процессе. Рабочие машины управляются человеком, а значит изделия изготовляются человеком при помощи машин, которые только облегчают труд и делают его более производительным.

Итак, первый этап применения рабочих машин, где операций управления, контроля, регулирования и программирования производственных процессов выполняются исключительно человеком, характеризуется механизацией производства.

В наше время вновь происходит техническая революция, выражающаяся переходом от машинно-фабричного к комплексно-автоматизированному производству, суть которого состоит в широком внедрении автоматических рабочих машин и их систем. При этом человек полностью освобождается от функций управления машиной при каждом рабочем цикле; он уже не прикован к машине, работающей известные периоды времени самостоятельно; Изделия изготовляются самой машиной, а за человеком остаются только функции контроля, наблюдения, регулирования и программирования процесса производства (внецикловые функции). Этот этап представляет уже начальную ступень автоматизации производства.

Новые машины и аппараты облегчают и заменяют физический труд человека, колоссально увеличивают силу его рук, неизмеримо повышают остроту его органов чувств. Однако до недавнего времени почти все, даже наиболее совершенные, механизмы и приборы предназначались для выполнения весьма разнообразных, но только исполнительных функций; Область умственной деятельности, психика, сфера логических функций человеческого мозга казались совершенно недоступными механизации.

Современный уровень развития радиоэлектроники позволяет ученым и инженерам ставить и разрешать задачи создания новых устройств, которые освобождают человека от необходимости следить за производственным процессом и направлять его, т. е. заменяют оператора, диспетчера. Появился новый класс машин – управляющие машины. Они могут выполнять самые разнообразные и часто довольно сложные задачи управления производственными процессами. Создание управляющих машин позволяет перейти от автоматизации отдельных станков и агрегатов к комплексной автоматизации конвейеров, цехов, целых заводов.

Автоматические рабочие машины и системы автоматических машин можно разделить на следующие виды.

Автомат – это такая машина, на которой все работы неоднократно осуществляются без участия человека, т. е. автоматически.

Если эта машина представляет собой металлорежущий станок, то на ней, как минимум, автоматически выполняются: 1) ввод заготовок в рабочую зону, ориентация их, установка и закрепление; 2) все операции по непосредственному воздействию на заготовку, т. е. обработка; 3) все вспомогательные движения рабочих органов (холостые перемещения суппортов, столов, салазок, бабок и т. п.); 4) снятие обработанных изделий и 5) удаление отходов (стружки) из зоны обработки. При этом человек осуществляет наладку автомата, заполнение заготовками и необходимыми материалами загрузочных устройств, периодический контроль обработки и подналадку, а также смену инструмента при его затуплении.

инструмента могут также выполняться автоматически.

Полуавтомат отличается от автомата тем, что он автоматически выполняет только один рабочий цикл и для его повторения требуется вмешательство рабочего. Например, металлорежущий полуавтомат не имеет обычно автоматической загрузки, и рабочий должен вначале каждого цикла вручную установить и закрепить заготовку, пустить станок в ход, а иногда и снять обработанное изделие.

Автоматическая линия представляет собой группу станков-автоматов, объединенных общими транспортными устройствами и общим механизмом управления, или одну машину с несколькими рабочими позициями, осуществляющих без участия человека в определенной технологической последовательности, т.е. с последовательным перемещением и перезакреплением полуфабриката на различных рабочих позициях, комплекс операций части производственного процесса, для которой автоматическая линия предназначена.

Здесь человек осуществляет только функции наладки, наблюдения и регулирования, в некоторых случаях (пока в большинстве) контроль обработки и подналадку, а также смену инструмента при его затуплении.

# Глава1 Прокатные станы

Прокатный стан - это совокупность привода, шестеренной клети, одной или нескольких рабочих клетей. Прокатные станы классифицируют по трем основным признакам: по числу и расположению валков; по числу и расположению рабочих клетей; по их назначению.

Стан дуо имеет два валка, которые вращаются либо в одном направлении (нереверсивные станы), либо в разных направлениях (реверсивные станы). Последнее позволяет пропускать обрабатываемый материал в обе стороны.

Стан кватро имеет два рабочих и два опорных валка, расположенных один над другим. Приводными являются рабочие валки.

Много валковые станы: двенадцативалковые и двадцативалковые имеют также только два рабочих валка, а все остальные являются опорными. Валки приводятся через промежуточные опорные валки. Такие конструкции станов позволяют применять рабочие валки малого диаметра, благодаря чему увеличивается вытяжка и снижается давление металла на валки.

Универсальные станы, кроме горизонтальных валков, имеют также и вертикальные, расположенные с одной и обеих сторон горизонтальных валков.

По расположению рабочих клетей станы могут быть одноклетьевыми и многоклетьевыми с линейным и последовательным расположением клетей. У линейных станов клети расположены в одну или несколько линий; в каждой линии все валки связаны между собой и вращаются с одной скоростью. Последнее является существенным недостатком этих станов, так как препятствует значительному увеличению скорости прокатки по мере увеличения длины пркатываемой полосы. Поэтому в некоторых случаях для повышения производительности станов клети располагают в несколько линий с разной скоростью прокатки.

Производительность прокатки можно повысить последовательным расположением клетей в непрерывных станах. Привод рабочих клетей непрерывных станов может быть группой, когда несколько клетей приводятся в движение от одного двигателя, или индивидуальным, когда каждая клеть имеет свой двигатель. В обоих случаях окружная скорость каждой последующей пары валков должна быть больше скорости предыдущей на строго определенную величину. На непрерывных станах можно прокатывать полосу с натяжением, что позволяет увеличить обжатия. Внедрение непрерывности всего процесса прокатки - одно из основных направлений технического прогресса в прокатном производстве.

Прокатные станы по назначению подразделяются на станы для производства полупродукта и станы для выпуска готового проката. К первым станам относятся обжимные станы (блюменги и слябинги) для прокатки слитков в продукт крупного сечения для последующей прокатки на сортовой или листовой металл и заготовочные для получения полупродукта более мелкого сечения из блюмов или слитков небольшой массы.

Станы для выпуска готового проката характеризуются видом выпускаемой продукции: рельсобалочные. Сортовые, листопрокатные, трубопрокатные и станы для специальных видов проката. Размер блюмингов. Слябингов, заготовочных, рельсобалочных и сортовых станов обуславливается диаметром бочки валков; размер листовых станов - длиной бочки, а размер трубопрокатных станов - наружным диаметром прокатываемых труб(см рис).

**Глава2 Оборудование литейного производства**

Литейное производство.

Форму изготовляют в следующей последовательности: устанавливают на модельную плиту опоку и на нее наполнительную рамку, высота которой соответствует степени уплотнения формовочной смеси в форме.

Наполнительная рамка- приспособление, устанавливаемое на литейную опоку или по разъему стержневого ящика, для получения дополнительного количества смеси до уплотнения ее в опоке.

Из бункера засыпают формовочную смесь в опоку и рамку, уплотняют ее, затем модель извлекают из формовочной смеси. В результате образуется литейная форма.

В единичном и мелкосерийном производствах применяют координатные модельные плиты, устанавливаемые на стол формовочной машины (см рис). Модельная плита-это плита, оформляющая разъем литейной формы и несущая на себе различные части модели, включая литниковую систему, а также служащая для набивки одной или парных опок при неразъемных моделях.

Координатная металлическая плита имеет большое число отверстий, размещенных в определенном порядке, что позволяет быстро устанавливать и закреплять деревянную модель на плите с помощью штырей.

В массовом производстве применяют металлические модельные плиты, которые изготовляют вместе с моделями для отливки и литниками. На модельную плиту ставят опоку, по которой формуют только одну половину формы. Применяют также и двусторонние модельные плиты, по которым можно формовать верхнюю и нижнюю полуформы.

Формовка с применением модельных плит обеспечивает большую точность и хорошее качество поверхности отливки и является более производительной.

Стержневые ящики изготовляют из древесины или металла. Они могут быть неразъемными и разъемными.

В ящиках могут быть отъемные части (вкладыши). В разъемном стержневом ящике изготовляют стержни на пескодувных машинах. В верхней половине находятся втулки для вдувания смеси. В нижней половине запрессованы шайбы с вентами (отверстия для удаления воздуха). Верхнюю и нижнюю части соединяют с помощью втулок и штырей.

Формовочную смесь в форме уплотняют различными способами: вручную с помощью трамбовки и машинами (прессованием, встряхиванием, сбрасыванием комков смеси с большой скоростью пескометом или пескострельной машиной). Кроме того, форму изготовляют заливкой текучей формовочной смеси в опоку с последующим ее затвердеванием. Формовочную смесь прессованием уплотняют различными способами в зависимости от размера и сложности модели: нижним прессованием моделью; верхним прессованием колодкой; диафрагменным прессованием; вдавливанием резины под действием сжатого воздуха; дифференциальным прессованием ( вдавливанием большого числа колодок в смесь с различным усилием и т. д.

Выбор способа прессования зависит от конфигурации модели и требований к равномерности уплотнения смеси вблизи модели. Чаще прессование применяют для уплотнения смеси в невысоких опоках, так как при формовке высоких опок трудно обеспечить равномерное уплотнение.

Встряхиванием чаще уплотняют смеси в высоких формах. При этом способе уплотнения легче изготовить формы с высокими ребрами и впадинами, так как при встряхивании хорошо перемещаются частицы смеси.

Сущность уплотнения смеси состоит в следующем. Формовочный стол поднимается сжатым воздухом. На него устанавливают модельную плиту и опоку с рамкой; засыпают формовочную смесь в опоку; отключают воздух, и стол падает вниз, ударяясь о станину станка. Верхний слой смеси оказывает давление на нижние слои, вследствие чего формовочная смесь больше уплотняется около модели. Эта операция повторяется автоматически несколько раз. Верхняя часть формы уплотняется недостаточно, поэтому часто применяют дополнительное ее уплотнение прессованием.

Пескометом уплотняют смеси в средних и крупных формах, так как этот способ обеспечивает одновременную засыпку опоки смесью и ее уплотнение. Процесс уплотнения смеси с помощью пескомета заключается в следующем. Формовочная смесь поступает по транспортеру в головку пескомета, где подхватывается лопастью, закрепленной на вращающемся диске. Лопасть образует комок и с силой выбрасывает его в опоку через отверстие в головке пескомета. Смесь около модели по сечению опоки уплотняется равномерно. Головка пескомета с помощью рукава передвигается в зоне опоки. Большим пескометом управляет рабочий, сидящий на сидении около головки пескомета. Формовочная смесь на транспортер поступает из бункера или смесеприготовительного отделения.

Пескодувные формовочные машины, применяемые для небольших форм. Обеспечивает высокую производительность и равномерное уплотнение. В камеру засыпается из бункера порция смеси, после чего камера закрывается заслонкой и подается сжатый воздух. Смесь «выстреливается» в опоку, установленную на модельной плите.

Извлечение модели из формы. При ручном извлечении модель предварительно расталкивают, затем с помощью ввернутого в нее болта вынимают из формы. При машинной формовке модель извлекают из формы при ее вибрации. Этот способ обеспечивает большую точность формы. По способу удаления модели из формы различают следующие конструкции машин. Машины со штифтовым подъемом опоки. При этом модельная плита с моделью остается на месте, а опоку поднимают штифты. В машинах с опускающимися плитами опока остается на месте, а модельная плита с моделью опускается вниз. Так модели удаляют на машинах для формовки верхних опок. Для удаления модели из нижней полуформы чаще применяют машины с поворотной плитой. После уплотнения формы ее скрепляют с модельной плитой и поворачивают на 180°. Затем освобождают опоку, опускают ее вниз или поднимают модель вверх.

Изготовление форм в опоках на машинах. Для удаления пыли модельную плиту обдувают воздухом, затем опрыскивают керосином или нефтью, чтобы к модели не прилипала формовочная смесь. После этого на плиту устанавливают нижнюю опоку. Опоку из бункера наполняют формовочной смесью, уплотняют смесь в форме. Излишек смеси после уплотнения срезают линейкой, на полуформу устанавливают щиток. Полуформу вместе с щитком поворачивают на 180° и, подняв модельную плиту или опустив опоку, вынимают модель.

Верхнюю полуформу формуют с помощью модельной плиты. На модельную плиту устанавливают верхнюю опоку и модель стояка. Затем повторяют все операции формовки. Модели удаляют из формы, после чего подъемником снимают полуформу с машины.

В нижнюю полуформу ставят стержень. Форму обдувают сжатым воздухом для удаления из нее пыли и накрывают верхней полуформой. Обе половины формы закркпляют скобами или на форму устанавливают груз, чтобы опока не поднималась в период заливки ее металлом. Форму устанавливают на конвейер и подают к месту заливки.

Безопочная формовка. Такую формовку на полуавтоматических машинах широко применяют для изготовления небольших отливок (300 форм в час). Формовочную смесь приготовляют исходя из обеспечения высокой прочности и газопроницаемости форм. Формовочную смесь засыпают в бункер, из которого она высыпается сжатым воздухом в рабочий резервуар. Содной стороны резервуара находится подвижная модельная плита, передвигаемая штоком поршня цилиндра; с другой его стороны – поворотная модельная плита; боковые стенки плиты ограничены стенками кассеты. Формовочная смесь уплотняется при передвижении модельной плиты. После уплотнения формы рамка вместе с поворотной плитой отодвигается, и модель извлекается из полуформы. Модельная плита поднимается вверх. Затем уплотненная полуформа передвигается штоком, в результате чего образуется безопочная стопка. Шток вместе с подвижной плитой возвращается в исходное положение и извлекается из полуформы. После этого все операции повторяются. Формы заливаются жидким металлом, после затвердевания которого форма разрушается и отливка удаляется.

**Глава3 Оборудование сварочного производства**

**Оборудование для нанесения износостойких и жаропрочных**

**покрытий**

Для нанесения износостойких и жаропрочных покрытий применяют наплавочные работы и металлизацию.

Наплавка – процесс, при котором на поверхность детали наносится слой металла требуемого состава. Наплавку применяют при ремонте изношенных деталей для восстановления их до исходных размеров и для изготовления новых изделий (например для получения биметаллических деталей, когда на поверхность конструкционной стали наплавляют износостойкий, жаропрочный или иной специальный сплав). Масса наплавленного металла обычно не превышает нескольких процентов от общей массы изделия. Проплавление основного металла и перемешивание основного и наплавленного металлов должны быть минимальными для сохранения механических свойств наплавленного слоя.

Наплавлять можно различными способами. Основными виды наплавки определяются используемым источникам нагрева. Чаще всего для наплавки применяют различные виды электродуговой сварки. Электродуговая наплавка может быть ручной, автоматической и полуавтоматической.

Ручная дуговая наплавка металлическими электродами. Этот вид наплавки является самым простым, позволяющим направлять на детали любой формы. К механизированным способам наплавки относятся автоматическая, полуавтоматическая, электрошлаковая.

Автоматическая наплавка под флюсом. При наплавке под флюсом образуется довольно большой объем ванны жидкого флюса и металла. Во избежании стекания жидкого металла и флюса наплавленный участок должен быть расположен в нижнем положении. Крупные детали наплавляют многодуговой наплавкой, при этом один рабочий управляет одновременно несколькими аппаратами, каждый из которых обрабатывает определенный участок изделия.

Применяют многоэлектродную наплавку, когда плавятся одновременно несколько электродных проволок, подключенных к одному полюсу источника тока и расположенных поперек оси наплавленного валика. Под флюсом создается одна общая сварочная ванна, и электроды плавятся поочередно. Вместо электродной проволоки можно использовать в качестве присадочного материала ленту небольшой толщины и большой ширины. Дуга, перебегая от одного края ленты к другому, равномерно оплавляет ее торец. Коэффициент наплавки получается больше, а глубина проплавления и доля основного металла меньше.

Электрошлаковая наплавка. Этот вид наплавки применяют, когда необходимо наплавить большие количество металла, например для восстановления изношенных деталей с помощью электрода сложной формы. Преимуществом электрошлаковой наплавки является ее производительность, малая склонность наплавленного слоя к порам и трещинам, высокое качество поверхности наплавки. Толщина наплавленного слоя не менее 20мм.

Наплавка Т.В.Ч. Для наплавки применяют индукционный нагрев Т.В.Ч. с присадочным металлом, который предварительно наносят на поверхность изделия в виде смеси порошков, литого кольца или прессованного брикета, либо расплавляют в огнеупорной воронке, расположенной над наплавляемой деталью.

Дуговая наплавка неплавящимся электродом (угольным или графитовым). Такую наплавку применяют в основном для твердых зернистых и порошковых сплавов.

Дуговая наплавка вольфрамовым электродом в защитных газах (аргоне). Для этого способа используют горелки для сварки неплавящимся электродом и литые присадочные прутки (обычно из сплавов никеля и кобальта). Указанным способом получают очень малую глубины проплавления и наплавляют тонкие слои.

Кроме вышеперечисленных способов, существует еще много разновидностей наплавки с использованием других источников теплоты: плазменной дуги, газового пламени, плавящегося электрода в защитном газе, порошковой проволоки и пластинчатого электрода.

Металлизация. Металлизация заключается в нанесении металлопокрытия на поверхность изделия методом осаждения на ней жидкого пылеобразного покрывающего металла, распыляемого газовой струей.

Процесс металлизации состоит в подачи металлической проволоки к источнику нагрева. Проволока нагревается до расплавления, и жидкий металл под давлением сжатого воздуха вылетает с большой скоростью из сопла металлизатора в виде распыленных капель, которые ударяются о поверхность детали и соединяясь с ней образуют слой покрытия.

В зависимости от использования источников теплоты различают металлизацию: дуговую, газовую, плазменную и т.в.ч. При дуговой металлизации используют специальные металлизационные аппараты (см рис).

**Глава4 Токарные автоматы и полуавтоматы**

**Одношпиндерный токарно – револьверный автомат модели 1Б140.**

Автоматами называют такие станки, на которых после их наладки все движения, связанные с циклом обработки детали, а также загрузка заготовки и выгрузка обработанной детали выполняются без участия рабочего. На полуавтоматах установку новой заготовки и снятие готовой детали выполняет рабочий.

Токарные автоматы и полуавтоматы могут быть универсальные и специализированные, горизонтальные и вертикальные, одно и многошпиндельные. Одношпиндельные прутковые токарные автоматы подразделяют на револьверные, фасонно-отрезные и фасонно-продольные. В уневирсальном исполнении одношпиндельные токарно-револьверные автоматы имеют шестипозиционную револьверную головку и поперечные суппорты.

На токарно – револьверном автомате 1Б140 (см рис) в условиях крупносерийного и массового производства обрабатывают сложные по форме детали с применением нескольких последовательно или параллельно работающих инструментов.

Характеристика станка. Наибольший диаметр обрабатываемого прутка 40 мм; наибольший диаметр нарезаемой резьбы: в стальных деталях М24, в деталях из латуни М32; наибольшая длина подачи прутка за одно включение 100 мм; наибольший ход револьверной головки 100мм; время изготовления одной детали 10,1 – 608,3 с; пределы частот вращения шпинделя: при левом вращении 160 – 2500 об/мин; при правом 63-1000 об/мин; наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до револьверной головки 75-210 мм; мощность электродвигателя 5,5 кВт; габаритные размеры 1900×890×1500 мм.

Принцип работы станка. Обрабатываемый пруток пропускают через направляющую трубу и закрепляют в шпинделе станка цанговым зажимом. Инструмент закрепляют в револьверной головке, поперечных и на продольном суппортом. Инструментами револьверной головки протачивают наружные поверхности, обрабатывают отверстия и нарезают резьбу, инструментами поперечных суппортов обрабатывают фассонные поверхности, подрезают торцы, снимают фаски и отрезают готовые детали, а инструментом продольного суппорта производят точение конусов и другие операции.

**Глава5 Сверлильные и расточные станки**

**Координатно-расточной станок модели 2А450**

Координатно-расточной станок модели 2А450 предназначен для обработки отверстий точным расположением осей, размеры между которыми заданы в прямоугольной системе координат.

Наряду с расточкой на станке, при необходимости могут выполняться сверление, лёгкое (чистовое) фрезерование, разметка и проверка линейных размеров, в частности межцентровых расстояний.

Применяя поставляемые со станком поворотные столы и другие принадлежности, можно, кроме того , производить обработку отверстий, заданных в системе координат, наклонных и взаимно перпендикулярных отверстий и проточку торцовых плоскостей.

Станок пригоден как для работ в инструментальных цехах (обработка кондукторов и приспособлений), так и в производственных цехах для точной обработки деталей без специальной оснастки.

Станок оборудован оптическими экранными отчётными устройствами, позволяющими отсчитывать целю и дробную части координатного размера в одном месте.

В условиях нормальной эксплуатации станок обеспечивает точность установки межцентровых расстояний: в прямоугольной системе координат- 0,004мм.

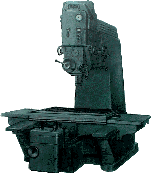
Станок оснащён принадлежностями, наиболее часто употребляемыми.

Прежде чем приступить к установке станка, к подключению к электросети и к работе на нём, следует внимательно изучить соответствующие разделы настоящего руководства.

*Технические характеристики:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Значение |
| 1. | Рабочая поверхность стола (длина х ширина), мм | 1100х630 |
| 2. | Наибольшее перемещение стола, мм:          продольное          поперечное | 1000  630 |
| 3. | Расстояние от зеркала стола до торца шпинделя, мм          наибольшее          наименьшее | 750  250 |
| 4. | Наибольший ход шпинделя, мм | 250 |
| 5. | Вылет шпинделя от стойки, мм | 710 |
| 6. | Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту (бесступенчатое регулирование в пределах каждой ступени) | 50 ¸2000 |
| 7. | Число оборотов медленного вращения шпинделя в минуту | не более 10 на низшей ступени |
| 8. | Переделы подач на один оборот шпинделя (бесступенчатое регулирование), мм | 0,03 ¸ |
| 9. | Приемный конус шпинделя | специальный |
| 10. | Наибольший конус закрепляемого инструмента | конус Морзе № 4 |
| 11. | Наибольший диаметр сверления по стали в сплошном материале, мм | 30 |
| 12. | Наибольший диаметр расточки, мм | 250 |
| 13. | Допустимый вес обрабатываемого изделия при установке на столе станка, кг | 600 |
| 14. | Величина ускоренного перемещения стола и салазок, мм/мин | 1200 |
| 15. | Скорость перемещения изделия при фрезеровании, мм/ мин | 30 ¸200 |
| 16. | Цена деления отсчетного растра установки координат, мм | 0,002 |
| 17. | Электродвигатель привода шпинделя:          мощность, квт          число, об/мин | 2  700 ¸2800 |
| 18. | Электродвигатели привода стола и салазок:         номинальная мощность, квт         номинальное число, об/мин | 0,245  3600 |
| 19. | Габаритный размеры станка, включая ход стола и салазок (длина х ширина х высота), мм | 2670 х 3305 х 2600 |
| 20. | Вес станка (без электрошкафа и принадлежностей), кг | 7300 |

Нормально станок комплектуется электрооборудованием на напряжение 380 В, 50 Гц.



**Глава6 Резьбообрабатывающие и зубообрабатывающие станки**

**Зубофрезерный полуавтомат 5Д32**

Назначение станка. Станок предназначен для нарезания цилиндрических зубчатых колес с прямыми и косыми зубьями. Кроме того на данном станке можно нарезать червячные колеса как методом радиальной, так и методом дангециальной подачи. Если на станке имеется специальное приспособление, то можно нарезать зубчатые колеса с внутренним зацеплением. Кроме того на данном станке методом обкатки можно нарезать и другие зубчатые детали (см рис).

**Глава7 Станки для лучевой обработки**

Электронно-лучевая обработка основана на использовании кинетической энергии сфокусированного пучка электронов. Большие электронам сообщают с помощью высоких ускоряющих напряжений в среде, имеющей достаточный вакуум. Сущность процесса состоит в испарении вещества из зоны касания электронного луча.

Электронно-лучевая обработка применяется для вырезания микродиодов, изготовления тонких пленок и сеток для медной фольги и т.д. Такой обработкой можно получать очень малые отверстия и узкие прорезы до 0,01 мм.

Схема электронно-лучевой обработки состоит из электронной пушки, в которой образуется мощный электронный луч, вакуумной или рабочей камеры (вместе с устройствами для точной установки и перемещения заготовки), вакуумных насосов, контрольной схемы, управляющей электронным лучом и его траекторией, высоковольтного источника энергии, приборов для контроля и наблюдения за ходом процесса. Для уменьшения энергии, рассеиваемой в материале детали, применяют импульсный режим работы ( см рис).

**Глава8 Промышленные роботы**

Робототехника – сравнительно новое, быстроразвивающееся и весьма перспективное направление науки и техники. Робот, являющийся одним из основных объектов изучения в этой науке, представляет собой универсальный автомат для воспроизведения двигательных и интеллектуальных функций человека. Именно создание промышленных роботов и станков с числовым программным управлением сделало реальностью осуществление главной мечты человечества в области материального производства – создание гибкого автоматизированного производства.

Среди всего многообразия роботов важным классом являются манипуляционные роботы. Специфика манипуляционных роботов, частным видом которых являются промышленные роботы, связана с наличием манипулятора – его исполнительного органа.

Практической целью создания роботов явилась передача им тех видов деятельности, которые для человека являются трудоемкими, тяжелыми, монотонными, вредными для здоровья и жизни. Это прежде всего вспомогательные производственные операции: загрузка и разгрузка установок, станков, полуавтоматов, и основные производственные операции: сварка, окраска, резка, сборка и т. д., а также работы в так называемых экстремальных условиях: под водой, в космосе, в радиоактивных и ядовитых средах, а также в средах с газовой средой и температурным режимом, неприемлемыми для человека.

Роботы, предназначенные для выполнения двигательных и управляющих функций в производственном процессе, называются промышленными. Именно необходимость решения производственных задач обеспечила бурное развитие в течение почти полувека исследований в области робототехники и производства роботов. От традиционных средств автоматизации промышленные роботы отличаются универсальностью, возможностью их быстрой переналадки, что позволяет создавать на базе универсального оборудования роботизированные технологические комплексы, быстропереналаживаемые гибкие производственные системы (ГПС), гибкие автоматизированные производства (ГАП). Создание ГАП в настоящее время рассматривается как одна из основных тенденций развития современного машиностроения.

Сложность промышленного робота, как объекта для изучения и проектирования, необычайно высокие требования, предъявляемые к нему как к автоматической манипуляционной системе, состоят в следующем: предельная погрешность перемещения рабочего органа соизмерима с аналогичной характеристикой наиболее точных станков при значительно больших величинах перемещений и количествах степеней подвижности. При этом для удовлетворительной производительности скорость должна быть выше на порядок. Поэтому изучение вопросов структуры, кинематики и динамики является весьма важной составной частью при разработке и практическом использовании исполнительных устройств промышленных роботов как объекта управления.

      Промышленный робот – автоматическая машина, состоящая из манипулятора и устройства программного управления его движением, предназначенная для замены человека при выполнении основных и вспомогательных операций в производственных процессах.  
    Манипулятор – совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляющая под управлением программируемого автоматического устройства или человека-оператора действия (манипуляции), аналогичные действиям руки человека.

Назначение и область применения.

    Промышленные роботы предназначены для замены человека при выполнении основных и вспомогательных технологических операций в процессе промышленного производства. При этом решается важная социальная задача - освобождения человека от работ, связанных с опасностями для здоровья или с тяжелым физическим трудом, а также от простых монотонных операций, не требующих высокой квалификации. Гибкие автоматизированные производства, создаваемые на базе промышленных роботов, позволяют решать задачи автоматизации на предприятиях с широкой номенклатурой продукции при мелкосерийном и штучном производстве. Копирующие манипуляторы, управляемые человеком-оператором, необходимы при выполнении различных работ с радиоактивными материалами. Кроме того, эти устройства незаменимы при выполнении работ в космосе, под водой, в химически активных средах. Таким образом, промышленные роботы и копирующие манипуляторы являются важными составными частями современного промышленного производства. Принципиальное устройство промышленного робота.

    Манипулятор промышленного робота по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена и, закрепленного в нем, объекта манипулирования в пространстве по заданной траектории и с заданной ориентацией. Для полного выполнения этого требования основной рычажный механизм манипулятора должен иметь не менее шести подвижностей, причем движение по каждой из них должно быть управляемым. Промышленный робот с шестью подвижностями является сложной автоматической системой. Эта система сложна как в изготовлении, так и в эксплуатации. Поэтому в реальных конструкциях промышленных роботов часто используются механизмы с числом подвижностей менее шести. Наиболее простые манипуляторы имеют три, реже две, подвижности. Такие манипуляторы значительно дешевле в изготовлении и эксплуатации, но предъявляют специфические требования к организации рабочей среды. Эти требования связаны с заданной ориентацией объектов манипулирования относительно механизма робота. Поэтому оборудование должно располагаться относительно такого робота с требуемой ориентацией.  
    Рассмотрим для примера структурную и функциональную схемы промышленного робота с трехподвижным манипулятором. Основной механизм руки манипулятора состоит из неподвижного звена 0 и трех подвижных звеньев 1, 2 и 3 (рис.19.1).

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 19.1 |

    Механизм этого манипулятора соответствует цилиндрической системе координат. В этой системе звено 1 может вращаться относительно звена 0 (относительное угловое перемещение 10), звено 2 перемещается по вертикали относительно звена 1 (относительное линейное перемещение S21) и звено 3 перемещается в горизонтальной плоскости относительно звена 2 (относительное линейное перемещение S32). На конце звена 3 укреплено захватное устройство или схват, предназначенный для захвата и удержания объекта манипулирования при работе манипулятора. Звенья основного рычажного механизма манипулятора образуют между собой три одноподвижные кинематические пары (одну вращательную А и две поступательные В и С) и могут обеспечить перемещение объекта в пространстве без управления его ориентацией. Для выполнения каждого из трех относительных движений манипулятор должен быть оснащен приводами, которые состоят двигателей с редуктором и системы датчиков обратной связии. Так как движение объекта осуществляется по заданному закону движения, то в системе должны быть устройства сохраняющие и задающие программу движения, которые назовем программоносителями. При управлении от ЭВМ такими устройствами могут быть дискеты, диски CD, магнитные ленты и др. Преобразование заданной программы движения в сигналы управления двигателями осуществляется системой управления. Эта система включает ЭВМ, с соответствующим программным обеспечением, цифроаналоговые преобразователи и усилители. Система управления, в соответствии с заданной программой, формирует и выдает на исполнительные устройства приводов (двигатели) управляющие воздействия ui. При необходимости она корректирует эти воздействия по сигналам xi, которые поступают в нее с датчиков обратной связи. Функциональная схема промышленного робота приведена на рис. 19.2.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 19.2 |

12.1. Промышленные роботы и манипуляторы.

Промышленный робот – программируемая автоматическая машина, состоящая из манипулятора и устройства программного управления его движением, предназначенная для замены человека при выполнении основных и вспомогательных операций в производственных процессах. Манипулятор – совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляющая под управлением программируемого автоматического устройства или человека-оператора действия (манипуляции), аналогичные действиям руки человека.

12.2. Назначение и область применения.

Промышленные роботы предназначены для замены человека при выполнении основных и вспомогательных технологических операций в процессе промышленного производства. При этом решается важная социальная задача - освобождения человека от работ, связанных с опасностями для здоровья или с тяжелым физическим трудом, а также от простых монотонных операций, не требующих высокой квалификации. Гибкие автоматизированные производства, создаваемые на базе промышленных роботов, позволяют решать задачи автоматизации на предприятиях с широкой номенклатурой продукции при мелкосерийном и единичном производстве. Копирующие манипуляторы, управляемые человеком-оператором, необходимы при выполнении различных работ с радиоактивными материалами. Кроме того, эти устройства незаменимы при выполнении работ в космосе, под водой, в химически активных средах. Таким образом, промышленные роботы и копирующие манипуляторы являются важными составными частями современного промышленного производства.

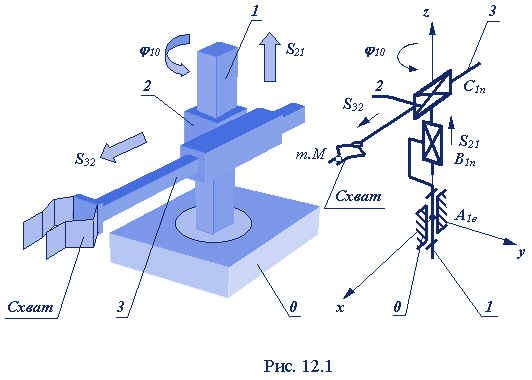
12.3. Классификация промышленных роботов.

Промышленные роботы классифицируются по следующим признакам:

* + по характеру выполняемых технологических операций: основные, вспомогательные, универсальные;
  + по виду производства: литейные, сварочные, кузнечно-прессовые, для механической обработки, сборочные, окрасочные, транспортно-складские;
  + по системе координат руки манипулятора: прямоугольная, цилиндрическая, сферическая, сферическая угловая (ангулярная), другие;
  + по числу подвижностей манипулятора;
  + по грузоподъемности: сверхлегкие (до 10 Н), легкие (до 100 Н), средние (до 2000 Н), тяжелые (до 10000 Н), сверхтяжелые (свыше 10000 Н);
  + по типу силового привода: электромеханический, пневматический, гидравлический, комбинированный;
  + по подвижности основания: мобильные, стационарные;
  + по виду программы: с жесткой программой, перепрограммируемые, адаптивные, с элементами искусственного интеллекта;
  + по характеру программирования: позиционное, контурное, комбинированное.

12.4.Принципиальное устройство промышленного робота.

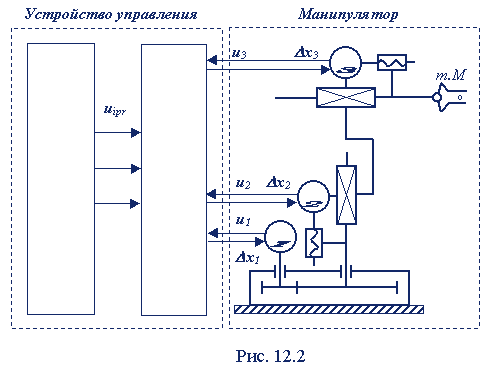
Манипулятор промышленного робота по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена и закрепленного в нем объекта манипулирования в пространстве по заданной траектории и с заданной ориентацией. Для полного выполнения этого требования основной рычажный механизм манипулятора должен иметь не менее шести подвижностей, причем движение по каждой из них должно быть управляемым. Промышленный робот с шестью подвижностями является сложной автоматической системой. Эта система сложна как в изготовлении, так и в эксплуатации. Поэтому в реальных конструкциях промышленных роботов часто используются механизмы с числом подвижностей менее шести. Наиболее простые манипуляторы имеют три, реже две, подвижности. Такие манипуляторы значительно дешевле в изготовлении и эксплуатации, но предъявляют специфические требования к организации рабочей среды. Эти требования связаны с заданной ориентацией объектов манипулирования относительно механизма робота. Поэтому оборудование должно располагаться относительно такого робота с требуемой ориентацией.Рассмотрим для примера структурную и функциональную схемы промышленного робота с трехподвижным манипулятором. Основной механизм руки манипулятора состоит из неподвижного звена 0 и трех подвижных звеньев 1,2 и 3 (рис.12.1). Структурная схема механизма этого манипулятора соответствует цилиндрической системе координат. В этой системе звено 1 может вращаться относительно звена 0 (относительное угловое перемещение  10 ), звено 2 перемещается по вертикали относительно звена 1 (относительное линейное перемещение S 21 ) и звено 3 перемещается в горизонтальной плоскости относительно звена 2 (относительное линейное перемещение S 32 ). На конце звена 3 укреплено захватное устройство или схват, предназначенный для захвата и удержания объекта манипулирования при работе манипулятора. Звенья основного рычажного механизма манипулятора образуют между собой три одноподвижные кинематические пары (одну вращательную А и две поступательные В и С) и могут обеспечить перемещение объекта в пространстве без управления его ориентацией. Для выполнения каждого из трех относительных движений манипулятор должен быть оснащен приводами, которые состоят из двигателей с редуктором и системы датчиков обратной связи. Так как движение объекта осуществляется по заданному закону движения, то в системе должны быть устройства сохраняющие и задающие программу движения, которые назовем носителями программ. При управлении от ЭВМ такими устройствами могут быть дискеты, диски CD, магнитные ленты и др. Преобразование заданной программы движения в сигналы управления двигателями осуществляется системой управления. Эта система включает ЭВМ, с соответствующим программным обеспечением, цифроаналоговые преобразователи и усилители. Система управления, в соответствии с заданной программой, формирует и выдает на исполнительные устройства приводов (двигатели) управляющие воздействия u i . При необходимости она корректирует эти воздействия по сигналам  xi , которые поступают в нее с датчиков обратной связи. Функциональная схема промышленного робота приведена на рис. 12.2.



12.5. Основные понятия и определения. Структура манипуляторов. Геометро-кинематические характеристики.

Формула строения - математическая запись структурной схемы манипулятора, содержащая информацию о числе его подвижностей, виде кинематических пар и их ориентации относительно осей базовой системы координат (системы, связанной с неподвижным звеном).

Движения, которые обеспечиваются манипулятором делятся на:



* глобальные (для роботов с подвижным основанием) - движения стойки манипулятора, которые существенно превышают размеры механизма;
* региональные (транспортные) - движения, обеспечиваемые первыми тремя звеньями манипулятора или его “рукой”, величина которых сопоставима с размерами механизма;
* локальные (ориентирующие) - движения, обеспечиваемые звеньями манипулятора, которые образуют его “кисть”, величина которых значительно меньше размеров механизма.

В соответствии с этой классификацией движений, в манипуляторе можно выделить два участка кинематической цепи с различными функциями: механизм руки и механизм кисти. Под “рукой” понимают ту часть манипулятора, которая обеспечивает перемещение центра схвата – точки М ( региональные движения схвата); под “кистью” – те звенья и пары, которые обеспечивают ориентацию схвата (локальные движения схвата).

Структурная схема механизма – его графическое изображение на котором показаны стойка, подвижные звенья, кинематические пары и их взаимное расположение. Графическое изображение элементов схемы выполняется с учетом принятых условных обозначений. В таблице 12.1 приведены условные обозначения кинематических пар. Кинематической цепью называется система звеньев, образующих между собой кинематические пары. Цепь в которой каждое звено входит не более чем в две кинематические пары, называется простой. Незамкнутой называется такая кинематическая цепь, в которой есть звенья входящие только в одну кинематическую пару.

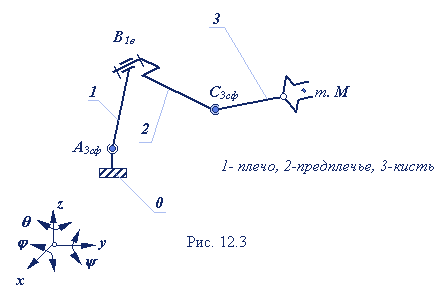
Таблица 12.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Одноподвижная  вращательная | Одноподвижная  поступательная | Двухподвижная  цилиндрическая |
|  |  |  |
| Двухподвижная  сферическая | Трехподвижная  сферическая | Трехподвижная  плоская |
|  |  |  |

Рассмотрим структурную схему антропоморфного манипулятора, то есть схему которая в первом приближении соответствует механизму руки человека (рис.12.3). Этот механизм состоит из трех подвижных звеньев и трех кинематических пар: двух трехподвижных сферических А3сф и С3сф и одной одноподвижной вращательной В1в .

Кинематические пары манипулятора характеризуются: именем или обозначением КП - заглавная буква латинского алфавита (A,B,C и т.д.); звеньями, которые образуют пару (0/1,1/2 и т.п.); относительным движением звеньев в паре ( для одноподвижных пар - вращательное, поступательное и винтовое); подвижностью КП (для низших пар от 1 до 3, для высших пар от 4 до 5); осью ориентации оси КП относительно осей базовой или локальной системы координат.

Рабочее пространство манипулятора - часть пространства, ограниченная поверхностями огибающими к множеству возможных положений его звеньев. Зона обслуживания манипулятора - часть пространства соответствующая множеству возможных положений центра схвата манипулятора. Зона обслуживания является важной характеристикой манипулятора. Она определяется структурой и системой координат руки манипулятора, а также конструктивными ограничениями наложенными относительные перемещения звеньев в КП.



**Промышленный робот СМ40Ф2.80.01.**

Промышленный робот с программным управлением предназначен для загрузки деталей типа тел вращения в стенках с горизонтальной осью шпинделя. Обширная рабочая зона площадью более 30м2 позволяет обслуживать группу станков при линейном или линейно-паралельном расположении. Привод ПР – электрогидравлический шаговый. Система координат – угловая. ПР комплектуется быстросменными широкодиапазонными самоцентрирующими захватными устройствами. Имеется специальный датчик для определения положения заготовок на позициях вспомогательных устройств. Предусмотрено устройство светозащиты, обеспечивающие безопасность эксплуатации оборудования.

Техническая характеристика.

Грузоподьемность 40кг;

число степеней подвижности (без захвата) 1;

наибольший диаметр и длина транспортируемых заготовок 250 и 1200мм;

максимальные линейные перемещения 1900мм;

углы поворота плеча и локтя 900;

кантование захватного устройства 1800;

максимальная скорость перемещения рабочих органов 0,8 м/с

Основные механизмы, движения ПР.

ПР имеет портальную компоновку(см рис). Опорная система 1 представляет собой траверсу, состоящию из двух секций монорельса длинной 6000мм каждая, закрепленную на трех колоннах. К траверсе крепятся рельсы прямоугольного сечения, по которым перемещается каретка 2. Две группы роликов (каждая из трех штук) охватывают верхний рельс и пара роликов опирается с боков на нижний рельс. К базовой поверхности каретки крепятся рука и гидропанель. Рука выполнена сварной и состоит из плеча 3 и локтя 4. На базовый фланец локтя устанавливается головка 5 робота, на переднем конце шпинделя которой имеется байонетный зажим для крепления захватного устройства (см рис).

**Глава9 Назначения и классификация автоматических станочных систем.**

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.

Автоматические линии классифицируются по ряду признаков.

1. В зависимости от величины штучного выпуска деталей применяются однопоточные линии (последовательного действия) и многопоточные (параллельно-последовательного действия).
2. По роду станков различают автоматические линии, скомпонованные из станков, специально построенных для данной линии; агрегатных станков; универсальных станков, специально модернизированных и автоматизированных для встройки в автоматическую линию.
3. По способу передачи обрабатываемых деталей со станка на станок различают линии: со сквозным транспортированием с проходом детали сквозь места зажима (применяются при обработки корпусных деталей на агрегатных станках); с верхним транспортированием; с боковым транспортированием; с комбинированным транспортированием; с роторным транспортированием, применяемым в роторных линиях. Детали транспортируют со станка на станок самостоятельно или, если они необходимы для транспортирования по всей конфигурации, на специальных плитах спутниках.
4. По расположению оборудования различают замкнутые и незамкнутые автоматические линии. Замкнутые линии бывают круговые (станки-комбайны) и прямоугольные. Большинство автоматических линий имеет незамкнутое расположение оборудования: прямолинейное, Г -образное, П-образное и др.

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 наименьшие количество перестановок и перезажимов, производить максимально возможное совмещение операций, не связанных, однако, с применением очень сложного комбинированного инструмента.

Режущий инструмент выбирают в соответствии с технологии обработки. Обычно применяют нормальный или специальный инструмент: однолейзвельный, многолейзвельный, 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 подладка вызывают остановку всего автоматизированного участка. Оптимальную стойкость инструмента и следовательно режимы резания устанавливают опытным путем; намечаются возможности расчета этих факторов. 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.

Металлорежущие станки являются технологическими машинами, на которых обрабатывают заготовки резанием. Процесс резания слагается из рабочих и холостых ходов.

Автоматическая линия представляет собой ряд согласованно работающих по принципу поточного производства, взаимосвязанных и автоматически управляемых станков, контрольных механизмов и транспортных устройств, с помощью которых осуществляется обработка деталей по заранее заданному технологическому процессу без участия рабочего.

Автоматическим станочным линиям предшествовали многопозиционные станки-автоматы и многопозиционные агрегатные станки. На данных станках можно выполнять несколько различных операций по обработке детали. В связи с тем, что сложность изготовляемых деталей всегда связана с множеством операций, требуется и более сложная конструкция многопозиционных станков-автоматов и агрегатных станков. Это вызывает

значительное удорожание их изготовления, что экономически не выгодно, а поэтому возникла необходимость перехода от многопозиционных станков к автоматическим линиям. В автоматических линиях количество операций, выполняемых при обработке, может быть значительным; оно зависит от конструкции детали и процесса ее обработки.

Система автоматических металлорежущих станков, связанных автоматическими и транспортными устройствами и единой системой управления, называется автоматической линией. Автоматическая линия состоит из станков-автоматов, автоматически передвигающегося транспортера, служащего для перемещения обрабатываемых деталей и возвращения приспособлений в исходное положение, механизмов фиксации и зажима устройств для накопления и питания линий, механизмов для осуществления поворота обрабатываемых деталей, если это необходимо по условиям обработки устройств для очистки линии от стружки, аппаратуры управления автоматической линией. В зависимости от назначения автоматических линий, они бывают разнообразны по конструкторскому оформлению и структуре. Автоматические линии классифицируются как по наличию и расположению загрузочно-бункерных устройств, так и по принятой системе транспортирования заготовок. По наличию и расположению загрузочно-бункерных устройств автоматические линии классифицируются на три основных типа:

а) автоматические линии, не имеющие бункерные устройства, являются прямоточными. Обычно эти линии применяются для обработки крупных деталей, как, например: коробки скоростей блока цилиндров и др. Здесь обрабатываемую деталь устанавливает и закрепляет рабочий на транспортере или в приспособлении, далее с помощью транспортера она перемещается последовательно с одной рабочей позиции на другую на величину t расстояния между позициями (1-8) на которых производится обработка детали. Снятие готовой детали с транспортера может производится автоматически или вручную.

Бункерно-прямоточная автоматическая линия и поточно автоматическая линия с приемниками-накопителями, предназначенными для запасов неполность бработанных деталей. Эти станочные линии отличаютсяот безбункерной тем, что вся линия делится на отдельные участки, между которыми помещены промежуточные приемники-накопители запасов не полностью обработанных деталей.

Бункерная автоматическая линия , состоящая из станков 1, 2, 3, 4 и 5 с автоматическим бункерным питанием Б , связанных автоматическими транспортерами.К недостатку автоматических линий, не имеющих промежуточных бункерных устройств, можно отнести то, что при выходе из строя одного из агрегатов вся линия будет остановлена. А при наличии бункерной системы в автоматических линиях при выходе из строя одного из агрегатов остальные участки продолжают работать ввиду наличия запасов заготовок в промежуточных бункерах.

**Литература.**

1. Технология конструкционных материалов. Учебник для ВУЗов М., «Машиностроение», 1977г.
2. Металлорежущие системы машиностроительных производств: Под редакцией Г.Г. Земского и О.А. Таратынова. – М. 1988г
3. А.И.Лисовой. Устроийство, наладка и эксплуатация металлообрабатывающих станков и автоматических линий. – М. 1971г
4. Станки с програмным управлением. Справочник. – М. 1975г
5. Металлорежущие станки. Учебное пособие для вузов. Н.С. Колев, Л.В. Краснченко, Н.С. Никулин и др. – М: Машиностроение 1980г
6. Н.И. Камышный, В.С. Стародубов. Конструкция и наладка токарных автоматов и полуавтоматов. – М: Высшая школа 1975г
7. И.М. Кучер. Металлорежущие станки. Машиностроение. – Ленинград 1969г
8. Ю. Н. Кузнецов. Станки с ЧПУ – К. Высшая школа 1991г