**Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение**

**«Смоленская академия профессионального образования»**

**Теоретические материалы для внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине**

**«Автоматизация технологических процессов»**

**для специальности 15.02.08 (151901) Технология машиностроения**

**(углубленная подготовка)**

Смоленск 2015

Теоретические материалы для внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине «Автоматизация технологических процессов»

Составитель: Аверкина Ю.И. – Смоленск: ОГБПОУ СмолАПО, 2015.

Настоящие теоретические материалы для внеаудиторной самостоятельной работы студентов ориентированы на помощь студентам в освоении умений, развитии общих и профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС СПО по специальности и программой учебной дисциплины.

**Пояснительная записка**

Методические рекомендации разработаны в соответствии с программой общепрофессиональной дисциплины «Автоматизация технологических процессов» по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Методические рекомендации адресованы студентам 5-го курса и может также быть использованы преподавателями специальности.

Разработка имеет своей целью методическое сопровождение самостоятельной работы студентов по курсу дисциплины и ориентирована на обеспечение практической направленности обучения студентов, а также формирование умений, общих и профессиональных компетенций по организации работ по техническому обслуживанию, эксплуатации, ремонту, наладке и испытанию оборудования тепловых электрических станций.

Методические рекомендации содержат конспекты тем для самостоятельного изучения, список литературы, задания для самоконтроля теоретического курса дисциплины.

Содержание

|  |
| --- |
| ТЕМА№ 1: Основные понятия и определения.  ТЕМА№ 2: Пневматические захватные устройства промышленных роботов.  ТЕМА № 3: Механические захватные устройства  ТЕМА № 4: Вакуумные захватные устройства промышленных роботов.  ТЕМА № 5: Магнитные захватные устройства.  ТЕМА № 6: Методы организации окружающей среды в РТК.  ТЕМА№ 7: Основные этапы расчеты лотка.  ТЕМА №8: Вибрационные загрузочно-ориентирующие устройства.  ТЕМА № 9: Самоподнастраивающиеся станки.  ТЕМА № 10: Разработка системы адаптивного управления точением нежесткой заготовки.  ТЕМА № 11: Разработка системы адаптивного управления процессом резания на базе тепловых явлений.  ТЕМА № 12: Управление процессом резания по экономическим критериям |

**ТЕМА №1 : Основные понятия и определения.**

**ПЛАН:**

1. Жизненный цикл изделия.
2. Особенности автоматизации в различных типах производств.

**ТЕЗИСЫ**

Автоматика - наука, которая занимается математическими моделями автоматических устройств, таких как поведение выходного звена, в зависимости от изменения состояния входного.

Автоматизация – комплекс мероприятий по внедрению автоматизированных устройств в машиностроении.

Предмет автоматизации – совокупность различных тенденций, методов внедрения автоматизированных устройств, взамен ручных.

Автоматизация – высшая стадия механизации.

Механизация – замена мускульного труда человека на неживой труд источника движения.

На долю человека при этом возлагают следующие функции:

* Наладка
* Контроль
* Управление

Автоматизация отличается от механизации исключением человека из управления

***Жизненный цикл изделия.***

Пусть, за период существования изделия, на предприятии было выпущено b – партий изделия, с n- штук в каждой.

t1 – время, затраченное на механическую обработку одного изделия.

t2 - время, затраченное на подготовку выпуска партии изделий (установка старого приспособления, замена старого приспособления на новое, ознакомление наладчика с чертежом и т.п.)

t3 - время, затраченное на проектирование данного изделия, (конструкторский период, технологический период, адаптационный период.)

Определим совокупные затраты времени по производству партии деталей.

Определим совокупные затраты времени по производству одной детали.

В массовом производстве

В единичном производстве

Уменьшение времени производится с помощью следующих средств:

t1 – станки с ЧПУ;

t2 - промышленные роботы;

t3 – САПР.

***Особенности автоматизации в различных типах производств.***

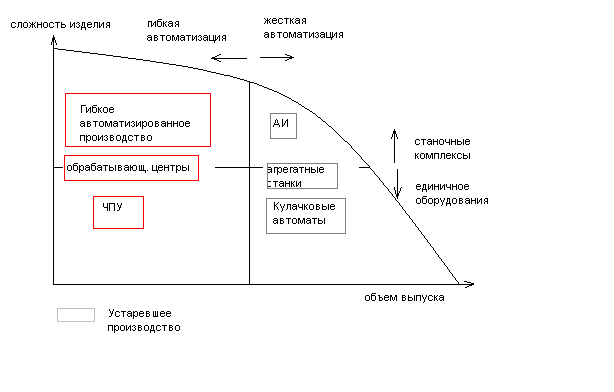


Рис.1

**ТЕМА№ 2: Пневматические захватные устройства промышленных роботов.**

**ПЛАН:**

1. Достоинства и недостатки различных захватывающих устройств
2. Понятие силового передаточного отношения***.***

**ТЕЗИСЫ:**

Пневматические захватывающие устройства имеют следующие достоинства:

* Экономичность
* Простота реализации
* Дешевизна

Недостатки:

* Невысокая грузоподъемность
* Возможен шум при работе

Гидравлические захватывающие устройства имеют следующие достоинства:

* Высокая тяговая способность и компактность

Недостатки:

* Экологическая угроза
* Дороговизна

Электромеханические устройства применяются только в исключительных случаях.

По типу передаточного механизма механические захватывающие устройства делятся:

1. Рычажные
2. Клиновые и кулачковые
3. Реечные:

* Качающиеся
* Плоскопараллельные

***Понятие силового передаточного отношения.***

P1

P2

ЗУ

Рис.2

P2 – усилие привода

P2=F\*P

F – Активная площадь

P - Давление

ОМ – объект манипулирования

P1 – усилие, необходимое для надежного удержания заготовки, в процессе манипулирования.Cиловое передаточное отношение механизма:

Методика определения усилия P1:



Рис.3

Усилие , и зависит от большого числа факторов:

1. Ориентация заготовки в пространстве
2. Масса заготовки
3. Коэффициент трения между губками захватывающих устройств и заготовкой
4. Геометрия губок
5. Динамические характеристики робота (линейные и угловые скорости и ускорения)

Методы позволяющие рассмотреть усилия P1 можно разделить на полуэмпирические и теоретические.

Эмпирическая методика.

G – Вес заготовки

К1 – коэффициент запаса

К1=2-2,5

К2 – коэффициент динамики

- максимальное линейное ускорение

– коэффициент ориентации и закрепления

Θ=45⁰,60⁰,90⁰

- коэффициент трения между губками и заготовкой

Для гладких губок сталь о сталь =0,1-0,12

Для рифленых губок сталь о сталь =0,4-0,45

Эмпирический методика отличается простой, но меньшей достоверностью в силу учета малого количества факторов.

Теоретическая методика базируется на понятии трех основных движений, а именно:

* Вертикальный подъем, вертикальная ориентация заготовки
* Горизонтальное перемещение, вертикальная ориентация заготовки
* Вращение руки, вертикальная ориентация заготовки

Горизонтальное перемещение, вертикальная ориентация заготовки

К – коэффициент запаса

– ускорение вертикального перемещения.

Вертикальный подъем, вертикальная ориентация заготовки

Вращение руки, вертикальная ориентация заготовки

– угловая скорость

- стартовое ускорение или замедление

R – радиус вращения

Для практических расчетов предполагается, что все три движения реализуются одновременно и тогда усилие P1 является суммой всех трех слагаемых. Уравнение примет вид:

Cиловое передаточное отношение зависит от типа передаточного механизма

Механическое захватывающее устройство с рычажным передаточным механизмом.



Рис. 4

На базе теоретической механики получаем

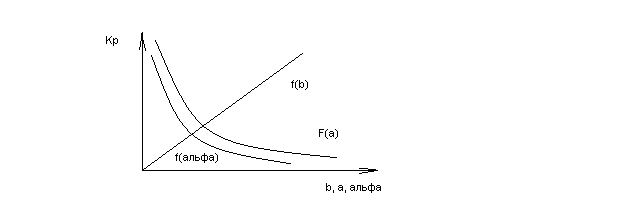


Рис.5

Рекомендуется,

- средний диаметр захватываемых заготовок

- в зажатом состоянии

b – является искомой

**ТЕМА 3.Механические захватные устройства**

**ПЛАН**

1. Механические захватывающие устройства
2. Общая последовательность проектирования механических захватных устройств.

**ТЕЗИСЫ**

Механические захватные устройства с передаточным механизмом клинового типа.



Рис. 6

Механические захватные устройства имеют две конфигурации.



Рис. 7

Механические захватные устройства с передаточным механизмом реечного типа.



Рис. 8



Рис. 9

Все вышеперечисленные механизмы кроме заданного движения совершают и вращательное движение. Это является существенным недостатком, если в процессе обработки диаметр поверхности захвата меняется.

Чтобы избежать погрешности при захвате заготовки применяют:

* Плоскопараллельные губки захватного устройства
* Определенным образом профилируют губки захватных устройств.

Методика профилирования губок для удержания заготовок с переменным диаметром.

Данная методика распространяется только на те захватные устройства, которые совершают вращательное движение. Методика сводится к тому, что плоскости призмы губок заменяются цилиндрическими поверхностями. Одна выпуклая, вторая вогнутая. Данная методика предназначена для захватных устройств клинового типа.

Погрешность центрирования.

***Общая последовательность проектирования механических захватных устройств.***

Проектирование механических захватных устройств может выполнятся в прямом и обратном порядке.

* Прямой порядок – по требуемому усилию удержания заготовки определить параметры пневмопривода.
* Обратный порядок – при известном усилии пневмопривода проверить достаточность усилия удержания на губках захватного устройства.

Для прямого порядка необходимо:

1. По габаритным размерам и удельному весу рассчитать максимальный и минимальный веса удержания заготовки.
2. Задаться кинематической схемой передаточного механизма (если она не задана).
3. По эмпирическому или теоретическому методу рассчитать максимальное усилие удержания . Из соображения , задавшись недостающими параметрами захватного устройства. Определить силовое передаточное отношение .
4. Определить усилие на пневмоприводе
5. Определить давление и диаметр поршня штока пневмоцилиндра.
6. Проверить параметры пневмоцилиндра на действующие ограничения.
7. Помимо специальных расчетов , применить общие инженерные расчеты

**ТЕМА № 4: Вакуумные захватные устройства промышленных роботов.**

**ПЛАН**

1. Вакуумные захватные устройства промышленных роботов.

**ТЕЗИСЫ**

Вакуумные захватные устройства являются наиболее часто употребляемыми для удержания объектов манипулирования. Вакуумные захватные устройства нашли применение для удержания изделий из дерева, стекла, пластиков, а также для металлических изделий фасонной формы, когда невозможно применить механические захватные устройства. Основные достоинства вакуумных захватных устройств:

* Простота реализации
* Сравнительно низкая цена
* Универсальность
* Высокая экология.

Основной принцип, на котором работает вакуумные захватные устройства – разность давлений (между атмосферным и давлением внутри полости колокола). Давление внутри колокола – вакуум. Вакуум внутри колокола составляет примерно 50℅ атмосферного.

Pa=1атм. = 100кПа

Давление внутри колокола

Pв = 0,5Pа = 50 кПа



Рис. 10

Материал колокола – техническая резина, иногда полиуретана.

b – Ширина бурта.

Определение силы удержания

Статический подход.

– площадь внутренней «присоски».

*-* коэффициент утечек

Динамический подход.

Ориентация заготовки в пространстве может быть любой, однако, для простоты рассмотрим следующие частные случаи:





Рис. 11

1. T=0; N=G+Pин
2. N=G; T = Pин
3. N=0; T= G+Pин
4. N=Pин; T=G

– коэффициент трения.

Поскольку величина N должна быть увеличена на Pст (давление стыка), то:

– коэффициент снижения грузоподъемности.

- удельное давление на бурте, необходимое для создания герметизации в стыке

, она зависит от качества поверхности объекта манипулирования, чем поверхность чище, тем давление в стыке может быть меньше.

Для изделий с гладкими поверхностями

Для изделий с грубыми поверхностями

- площадь бурта

Из выше следующих рассуждений получаем

- коэффициент запаса

В большинстве случаев принимают

Для комплексного проектирования вакуумного захватного устройства, кроме вышеперечисленных, специализированных расчетов, необходимо выполнить практически те же прочностные расчеты, что и для механических захватных устройств. Также необходимо произвести проверочный расчет на допустимую массу заготовки:

n – количество «присосок»

d – внутренний диаметр «присоски»

– ускорение вертикального подъема

– ускорение горизонтального перемещения

*–* параметры вращательного движения

**ТЕМА № 5: Магнитные захватные устройства.**

**ПЛАН**

1. Магнитные захватные устройства.

**ТЕЗИСЫ**

Захватные устройства этого типа осуществляют захват силами магнитного поля. Такие устройства могут взаимодействовать исключительно с ферримагнитными заготовками (железо, никель).

Магнитные захватывающие устройства делятся на две группы:

* С постоянными магнитами
* С электромагнитами

Достоинства захватных устройств с постоянными магнитами

* Простота конструкции

Недостатки

* Сложность отделения захватных устройств (необходимо специальное приспособление для отрыва)
* Сложность определения усилия удержания
* Явления остаточного магнетизма

Эти недостатки в значительной степени снижают применение захватных устройств с постоянными магнитами.

Достоинства захватных устройств с электромагнитами.

* Регулируемость усилия удержания
* Снижение эффекта несанкционированного захвата

Недостатки

* Остаточный магнетизм
* Достаточно сложная и опасная аппаратура

Рис. 12

Расчет магнитных захватных устройств.

Сила удержания магнита.

– число ампер витков обмотки

F – площадь соприкосновения груза с полюсами электромагнита

и - сопротивление магнитному потоку в воздухе и металле.

– для вакуумных З.У.

- для магнитных З.У.

Получаем

Для более точного расчета магнитных захватных устройств применяется следующая методика

Расчет электромагнита на основе 4 основных уравнений:

1. Уравнение силы тяги

– радиус внутреннего полюсного сердечника

– индукция в воздушном зазоре (воздушный зазор 0,5 мм)



Рис. 13

1. Уравнение магнитной цепи

– магнитная проницаемость воздуха

S = м - величина воздушного зазора между корпусом и листа.

1. Уравнение нагрева

Нагрев не более

h – Высота катушки

- удельное сопротивление медной проволоки

- радиус внутреннего полюса сердечника

- радиус внешнего полюса сердечника

q–Коэффициент относительной продолжительности включения

f=0.3 – коэффициент заполнения медью

– коэффициент теплоотдачи

1. Уравнение электрической цепи или задача определения величины питающего напряжения

d – Диаметр голой проволоки

В настоящее время магнитные захватные устройства становятся все более универсальными и помимо стандартных стальных листов, с их помощью можно транспортировать сложные изделия.

**ТЕМА № 6: Методы организации окружающей среды в РТК.**

**ПЛАН**

1. Методы организации окружающей среды в РТК

**ТЕЗИСЫ**

Для успешного функционирования РТК в условиях гибкого автоматизированного комплекса необходимо гарантировать отсутствие экстремальных ситуаций. Одной из причин экстремальных ситуаций является неправильная ориентация заготовок или нарушение этой ориентации. Для исключения подобных нарушений необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий.

Например:

Схваты робота профилируются по определенной методике, а также корректно организации окружающей среды робота.

Эту работу можно выполнить в двух противоположных направлениях.

1. Упрощение конструкции робота, но усложнение приспособлений для захвата, ориентации и выдаче заготовок. Это направление называется жесткой окружающей средой.
2. Снизить требования к приспособлению, для ориентации и выдачи заготовок, но существенно усложнить конструкцию робота, оснастив его различными датчиками очувствления.

Методика проектирования приспособлений, для жесткой окружающей среды.

Основными компонентами такого оборудования является

* Лотки
* Магазины
* Бункеры
* Ориентирующие устройства:
* Карманчиковые
* Крючкового типа
* Вибрационные загрузочно-ориентирующие устройства

Приспособления типа лоток, магазин, бункер могут функционировать, как по отдельности, так и совместно.

Если заготовки предварительно установлены в приспособление человеком и/или же предварительно ориентируются, с целью создания задела на некоторый период бесперебойной работы технологического оборудования, то понятие лоток и магазин совпадают.

Магазин – лоток с заготовками, установленными и ориентированными человеком.



Рис. 14

Лоток – приспособление, в котором заготовки передвигаются самотеком.

Различают лотки:

* Скаты
* Склизы

Основными техническими характеристиками лотков можно считать следующие:

* Емкость или объем

Любое накопительное устройство должно обеспечивать бесперебойную работу технологического оборудования в течении времени

* Угол наклона лотка

При несоблюдении этого угла возможно заклинивание или отсутствие скольжения

* Ширина лотка B

B – Должна быть такой, чтобы исключить заклинивание

* Толщина стенок

Толщина стенок должна обеспечивать необходимую жесткость и прочность.

* Занимаемая площадь

Если приспособление занимает два и более метра, необходимо решать задачу о его трехмерной ориентации.

**ТЕМА № 7: Основные этапы расчеты лотка.**

**ПЛАН**

1. Основные этапы расчеты лотка.
2. Бункеры, бункерные ориентирующие устройства

**ТЕЗИСЫ**

1. Ширина лотка



Рис. 15

– коэффициент трения-скольжения торца заготовки о лоток.

Фактический зазор должен быть:

Иначе будет перекос и заклинивание.

Угол перекоса

1. Угол наклона лотка

K - коэффициент запаса

Для чистых лотков К =1,2

средних К =1,5

загрязненных К =3

R – Радиус заготовки

H–Высота борта

1. Длина лотка

Длина лотка должна быть достаточной для накопления в нем запаса деталей, достаточного для бесперебойной работы оборудования в течение времени T.

Количество деталей:

- время обработки одной детали.

Длина лотка:

Если L>1.5…2 м, целесообразно лотки делать винтовыми.

1. Скорость движения заготовки по лотку.

Из условия, что стартовая скорость равна нулю, получаем

h – Координата центра тяжести, той точки где происходит измерение.



Рис. 16

1. Точность и жесткость

- угол прогиба лотка (под действием веса заготовки)

***Бункеры, бункерные ориентирующие устройства.***

Бункеры – емкости в которых заготовки размещаются , как правило неупорядоченно.

Назначение бункера – сокращение времени на ручную ориентацию заготовок.

Бункер должен не только хранить заготовки, но и обеспечивать их поштучную ориентацию , выдачу , перемещение в накопитель типа лоток.

Лоток – составная часть бункерно-ориентирующего устройства.



Рис. 17

Заготовки 7 в хаотическом порядке помещаются в бункер 2. При помощи двигателя 3 и ворошителя 4 , заготовки приводятся в движение с целью недопущения образования сводов(т.е. заклинивание деталей), при этом предполагается, что по случайному закону часть заготовок попадает в область ориентации и при помощи ориентирующего устройства 5 (ножевого типа) будет доставлена к окну выдачи. Правильно ориентированная заготовка должна пройти сквозь окно и переместиться в лоток 1. Неправильно ориентированная заготовка или избыток заготовок, при помощи отсекателя 6 будет сброшена в бункер.

Определение объема бункера.

– производительность

- время обработки одной детали.

– время бесперебойной работы оборудования

- коэффициент объемного заполнения.

Существуют следующие конфигурации бункеров:

* Призматические
* Цилиндрические
* Конические

Сочетания выше перечисленных бункеров возникает в таких случаях, когда приспособление состоит из двух бункерных узлов:

* Бункера
* Предбункера

На высоту слоя заполнения бункера накладывают ограничения. Если требуемый запас заготовок превышает лимитирующую высоту, то в систему вводят предбункер.



Рис. 18

- лимитирующая высота.

Основные виды ориентирующих устройств.

Из механических ориентирующих устройств в задачах ориентирования получили два вида:

* Дисковые
* Крючковые

Дисковое ориентирующее устройство.

Чаще всего дисковые ориентирующие устройства выполняются в виде «карманчикового» ориентирующего устройства.



Рис. 19

В диске вырезаются пазы, реализующие задачу предварительного ориентирования. Существует градация сложности в задаче ориентирования: т.е. одни детали требуют первичной ориентации, другие вторичной ориентации, вплоть до полной невозможности автоматического ориентирования. Если в качестве детали рассматривать цилиндр, то карманчики можно выполнять по хорде, по оси, радиальному сечению.



Рис.20

Размер карманов:

Длина

Высота хорды

Зазор между заготовкой и стенками бункера около 5 мм.

Число карманов

Ширина окна

– коэффициент запаса

Скорость вращения диска. Расчет ведется из условия не пролета заготовки над окном лотка.

W–линейное ускорение заготовки, при движении по плоскости наклона под

- радиус инерции заготовки относительно оси прохода.



Рис. 21

Мощность двигателя

– КПД зависящее от редуктора

– коэффициент возможной перегрузки

n – Частота вращения диска

– крутящий момент на диске

F – Сила приложенная к захватному органу

R – Радиус диска

– вес засыпанных в бункер заготовок

- угол наклона диска

**ТЕМА № 8: Вибрационные загрузочно-ориентирующие устройства.**

**ПЛАН**

1. Вибрационные загрузочно-ориентирующие устройства
2. Этапы расчета вибрационных захватных устройств.

**ТЕЗИСЫ**

Вибрационные загрузочно-ориентирующие устройства являются наиболее перспективными и распространенными по следующим причинам:

* Простота конструкции
* Экологичность
* Экономичность
* Универсальность (позволяет производить ориентацию по различным признакам)
* Компактность

Теория вибрационного движения

Вибрационные загрузочно-ориентирующие устройства существуют в двух исполнениях:

1. Замкнутые полости (бункерные конструкции)
2. Лотковые конструкции (вибролотки)



Рис.22

Рассмотрим принцип вибрационного движения на примере лотка.

Помимо механических воздействий на объект манипулирования, аналогичные функции можно выполнить, используя понятия вибрации, т.е. задачу транспортирования и ориентации можно выполнить, используя динамические свойства объекта.

Существуют разные способы формирования вибрационных воздействий на деталь:

* Используя дебалансный механизм
* Пневматика
* Электромагниты

1. Изделие, находящееся на лотке
2. Лоток
3. Подвески (рессоры)
4. Якорь – массивный ферримагнитный материал, обеспечивающий магнитное притяжение
5. Электромагнит
6. Основание
7. Виброопоры

Схема питания электромагнита

При сетевом питании магнита частота колебаний принимается

**

Рис.23

В ряде случаев необходимо использовать другие частоты, чаще всего меньшие. Если в схему поставить диод, то получим одну полуволну.

**

Рис. 24

Существуют регулируемые электроприводы, ориентированные на переменное напряжение. Суть этих приводов – изменение выходного напряжения.

Регулирование частоты можно осуществлять током.

Рассмотрим схему действия сил в двух основных фазах работы вибрационных загрузочно-ориентирующих устройств.

1. Рабочий ход (момент максимума силы притяжения)



Рис. 25

Определить границу покоя и движения

Из формулы видно, что при вибрационном движении масса не имеет значение.

– характеристическое ускорение одностороннего проскальзывания

- движение

– покой

1. Второй цикл



Рис. 26

Отпускание силы или сброс

Допущение №1 .

Лоток, при сбросе, не просто встает на место, а поднимается на

– характеристическое ускорение двухстороннего проскальзывания

Допущение №2

– необходимо, чтобы заготовки двигались при холостом ходе.

Суммарное направление движения не изменяется, изменяется только скорость.

1. Если вертикальная сила сравнивается с силой тяжести.

Движение с подбрасыванием

Вибрационное движение, как правило, описывается уравнениями:

– путь (1)

- круговая частота

- скорость (2)

- ускорение

В практике проектирования вибрационно-загрузочных устройств, принято оперировать не ускорением, амплитудой колебаний, поэтому формулы переводят формулы характеристические амплитуды.

Амплитуда

Характеристические амплитуды

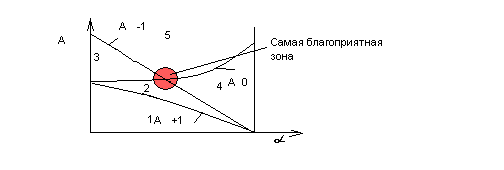


Рис. 27

1 – Движение невозможно

2 - Одностороннее проскальзывание

3 – Двухстороннее проскальзывание

4 – Двухстороннее проскальзывание с подбрасыванием

5 – Зона одностороннего проскальзывания с подбрасыванием.

Проектирование вибрационных захватных устройств рассматривает ряд расчетов.

***Этапы расчета вибрационных захватных устройств.***

1. Определение требуемой скорости транспортирования

Q – Производительность устройства шт/мин.

l – Максимальный из размеров заготовки в мм.

- коэффициент неравномерности выдачи

1. Определение габаритных размеров чаши
2. - подъем витков

t – шаг спирали

**

Рис. 28

1. Определение угла наклона подвесок

- частота колебаний лотка

, если

, если

1. Определение требуемой амплитуды колебаний
2. Определение сечения подвески

Зададимся b и l конструктивно. l=150…200 мм



Рис. 29



Рис. 30

Расчет производят по условиям резонансной частоты.

G – вес подвижных частей (вместе с заготовками)

– собственная частота колебаний лотка

- количество подвесок

Или

m – Масса в кг

–модуль упругости

1. Проверка на прочность по напряжению изгиба подвески.



Рис. 31

Или

1. Очевидно, учитывая специфику работы подвески в условиях знакопеременного симметричного цикла необходимо производить расчет на сопротивление усталости.

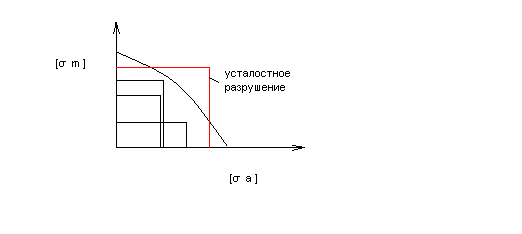


Рис. 32

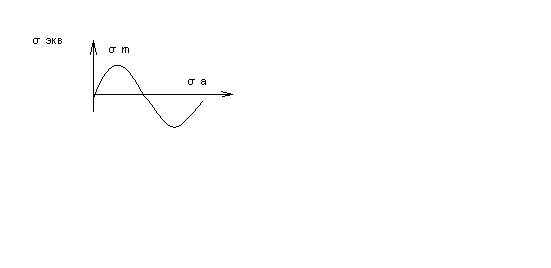
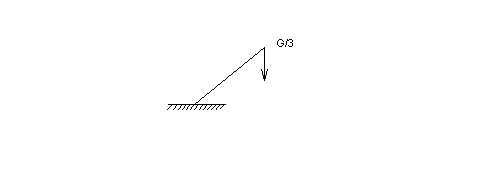


Рис.33

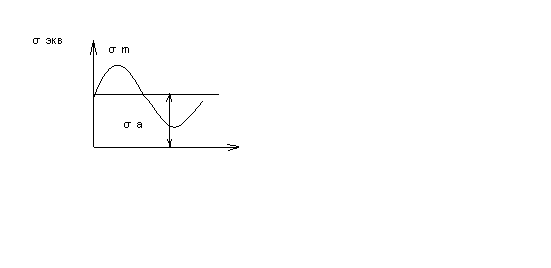
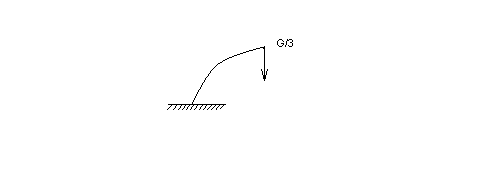


Рис. 34

1. Определение тягового усилия

i – Число пружин подвески

- коэффициент динамичности

**ТЕМА № 9: Самоподнастраивающиеся станки.**

**ПЛАН**

1. Задачи ЧПУ
2. Адаптивные системы управления точностью с нежестким суппортом.

**ТЕЗИСЫ**

Задачи ЧПУ делятся

* Терминальная
* Технологическая
* Логическая
* Геометрическая

Технологическая задача:

* Начальная установка
* Статическая настройка
* Динамическая настройка

Динамическая настройка – процесссовмещения системы координат детали и инструмента с учетом возмущающих воздействий системы.

При механической обработке деталей, в зоне контакта инструмента и детали возникают значительные усилия, которые для удобства анализа разлагают на составляющие Px, Py, Pz.

Pz – используют для расчета мощности главного привода

Px - используют для расчета мощности двигателя подачи

Py – используют для расчета и оценки точности обработки

Несовпадение систем координат возникают из-за того, что возникает составляющая Py

Суммарная погрешность обработки

Погрешность основана на правиле суперпозиции, т.е. независимости входящих в нее факторов.

– деформация суппорта

– деформация детали

- деформация центров

– деформация резца

- тепловая деформация системы СПИД.

Исторически сложился целый ряд повышения точности. Например – многопроходность, применение приспособлений. Но не всегда эти методы являются экономически оправданными.

Если станок самостоятельно реализует заданную траекторию –это, как правило, станок с ЧПУ или автомат, полуавтомат. При этом данный станок лишен возможности саморегулироваться по режимам резания. Если такая возможность станку предоставляется, то подобное направление автоматизации получило название **адаптивного управления**.

Следовательно, станок имеющий возможность управлять не только траекторией, но и режимами резания получил название станок с ЧПУ с адаптивными функциями или адаптивным управлением.

На первом этапе своего развития адаптивное управление включало в себя лишь функции поддерживающие точность на базе учета силы Py.

В дальнейшем, круг адаптивного управления значительно расширился, и включил в себя следующие новые направления:

1. Поддержание минимальной интенсивности износа инструмента ( управление стойкостью)
2. Поддержание оптимальных экономических критериев обработки, а именно максимальной производительности или минимальной себестоимости.

***Адаптивные системы управления точностью с нежестким суппортом.***

******

Рис. 35

– погрешность на диаметр

Тогда составляющая силы резания

- сопротивление материала пластическому сдвигу.

- угол наклона условной плоскости сдвига.

Основными возмущающими факторами, вызывающими изменение силы резания является колебания припуска и колебания механических свойств (например, твердости).

Чтобы минимизировать колебания силы резания необходимо обеспечить условие:

– Жесткость суппорта.

Тогда закон управления системой

Система адаптивного управления руководствуется не формулой, а закономерностью.

Получая информацию из зоны резания и также в зону резания выдавая управляющее воздействие (,).

Пусть контролирующим параметром является деформация суппорта.

**

Рис. 36

**ТЕМА № 10: Разработка системы адаптивного управления точением нежесткой заготовки.**

**ПЛАН**

1. Разработка адаптивного системного управления станком с нежесткими центрами.

**ТЕЗИСЫ**

Под нежесткой деталью понимают валик постоянного сечения



Рис. 37

(l/d



Рис. 38

Шероховатость

R – Профиль резца

-для чистовой обработки.

**

Рис. 39

Ввод [y]

S=Sнач

Ввод датчика линейных перемещений ДАП

ДАП>[y]

Проверка по Rz

Dec S

Inc S

Рис.40

В данной системе стабилизация силы резания не является целью регулирования, сила резания должна меняться по определенному закону (максимум на концах заготовки и минимум ближе к середине).

Чаще всего на практике на станках с ЧПУ данные действия реализуются программно.

Квазиадаптивное или псевдоадаптивное управление.

**Разработка адаптивного системного управления станком с нежесткими центрами.**

****

Рис. 41

Податливость

– высота центров станка

– коэффициент

Определяем

**ТЕМА № 11: Разработка системы адаптивного управления процессом резания на базе тепловых явлений.**

**ПЛАН**1. Разработка системы адаптивного управления процессом резания на базе тепловых явлений

**ТЕЗИСЫ**

Одним из основных критериев оптимальности процесса резания является работоспособность режущего инструмента, которая в свою очередь оценивается по параметру известному как стойкость.

Стойкость – не физическое понятие

- путь резания

- скорость

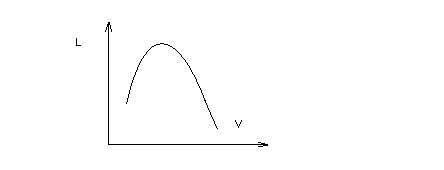


Рис. 41

– износ

- скорость интенсивности износа

Относительный линейный износ

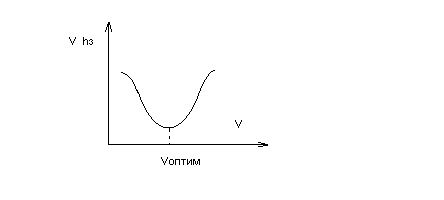


Рис.42

Если подача возрастает, то скорость уменьшается, и наоборот.

Минимальная интенсивность износа инструмента является функцией температуры резания. При механической обработке металла превалируют два типа износа:

* Диффузионный
* Адгезионный

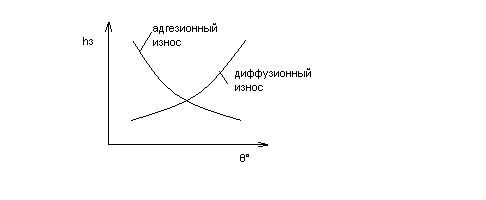


Рис. 43

Для любой пары инструмент – материал существует оптимальная температура, при которой интенсивность износа будет минимальной. Если существует оптимальная температура, почему ее не использовать? Если поддерживать эту температуру резания, то стойкость инструмента резко возрастает. Адаптивное управление по температуре предполагает в качестве источника информации использование температуры резания (ЭДС), путем ее измерения на станке. Если использовать теоретические связи между температурой и режимом резания, то открывается новое направление– назначение режимов резания по тепловым критериям.

Существуют разные способы измерения температуры резания при механической обработке. (Например, методом естественной термопары).

**

Рис. 44

K – Коэффициент тепловой активности.

– температура

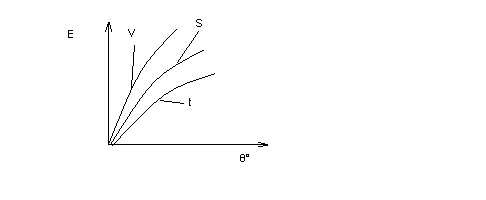


Рис. 45



Рис. 46

В качестве регулирующего параметра выступает скорость.

1. ПЧО – постоянство числа оборотов
2. ПСР – постоянство скорости резания

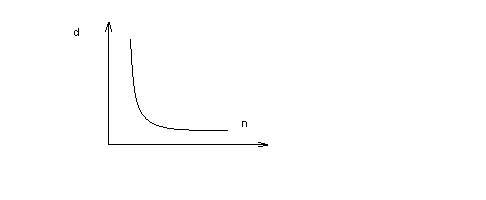


Рис. 47

1. ПТР – постоянство температуры резания. Этот режим дает повышение стойкости в 3 раза

Рис. 48

**ТЕМА № 12: Управление процессом резания по экономическим критериям.**

**ПЛАН**

1. Управление процессом резания по экономическим критериям
2. Методы технической диагностики процесса резания

**ТЕЗИСЫ**

Данное направление зародилось как способ оптимизация процессов резания. Под экономическими критериями понимается минимизация себестоимости и максимизация производительности.

Рассмотрим математические положения метода.

1. Себестоимость
2. Доля себестоимости связанная с эксплуатацией оборудования

- машинное время обработки

– станкоминута (стоимость эксплуатации оборудования, приходящееся на 1 минуту его работы).

1. Доля себестоимости связанная с эксплуатацией инструмента

W – Стоимость изготовления режущего инструмента в расчете на один период стойкости

- время, затраченное на смену режущего инструмента

N – Количество деталей изготовленных за один период стойкости

1. Машинное время

Подставим 5 в 4 и получим

Подставим 6 в 2 и получим

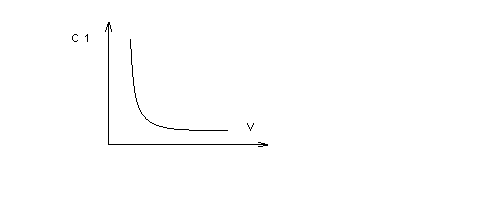


Рис.49

T – Период стойкости

1. По формуле Тейлора

Подставим 9 в 8 и получим

Подставим 10 в 3 и получим

m>1 тогда

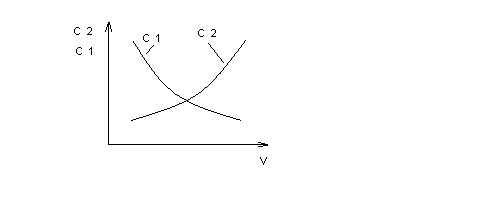


Рис.50

Для того чтобы избавиться от габаритных размеров в формулах 7 и 11 умножим числитель и знаменатель на глубину резания. В числителе получим , т.е. получили объем снятой стружки. После разделими на и перейдем к себестоимости снятия единицы припуска.

Найдем экстремум

1. Экономическая скорость резания

Адаптивная система должна выводить скорость резания, рассчитанную по этой формуле.

На основании формулы 14 можно обосновать стойкость инструмента

Структура адаптивной системы.

**

Рис. 51

***Методы технической диагностики процесса резания***

Надежность работы любой технической системы является одним из основных факторов бесперебойной работы в условиях автоматизированного производства. В системе СПИД более 50 процентов всех отказов приходиться на режущий инструмент, т.е. режущий инструмент самое слабое звено в системе СПИД.

Необходимость диагностики режущего инструмента объясняется большой нестабильностью его режущих свойств.

Управление интенсивностью износа инструмента и диагностика его состояния – это два взаимообратных процесса, хотя есть и некоторые отличия.

Классификация основных методов диагностики режущего инструмента.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Объект | Метод |
| Инструмент | Фаска износа (система технического зрения), линейный размер (индикатор), температура инструмента. |
| Деталь | Шероховатость, диаметр, температура |
| Стружка | Угол стружки, температура, радиус завивания |
| Процесс резания | Температура резания (термопара или разложение в спектр), стойкость. |

В последнее время применяется цифровая обработка сигналов, базирующаяся на дискретном преобразовании Фурье (разложение в спектр).



Рис. 52

Neuronet – современная методика выявления износа инструмента.

**Основная литература:**

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. Пособиедля вузов по направлению подгот. бакалавров "Технология, оборудование иавтоматизациямашиностроит. пр-в" ... : в 2 т. / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П.Борискин. - Старый Оскол: ТНТ, Б.г.2010Т. 2 . - Б.м.: Б.и., 2010. - 539 с.

2. Капустин, Н. М. Комплексная автоматизация в машиностроении : учеб. Длявузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкт.-технол. Обеспечениемашиностроит. пр-в" / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, Н. П. Дьяконова; под ред. Н. М.Капустина . - М.: Академия, 2012. - 364 с.

3. Шишмарев, В. Ю. Автоматизация производственных процессов вмашиностроении : учеб.для вузов по специальности "Технология машиностроения"направленияподгот. "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" / В. Ю.Шишмарев . - М.: Академия, 2013. - 363 с.