

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Компьютерное проектирование технологического оборудования»

Курсовая работа

по дисциплине **Транспортные средства и оснастка
производственных комплексов**

на тему **Проектирование и расчет промышленного робота
по типу базовой модели М20П.40.01**

ПГУ 1.15.03.02.13 ПЗ

–

Профиль подготовки **Металлообрабатывающее оборудование и
технологическая оснастка**

Выполнил студент: _____ **Оськин Ф.А.**
Группа: _____ **16МС1**

Руководитель: _____ **Шаралапов А.Е.**

Работа защищена с оценкой _____

Дата защиты _____

2019

Реферат

Пояснительная записка содержит 30 листов, 1 лист формата А3, 1 лист формата А1, 6 рисунков.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ, АЛГОРИТМ РАБОТЫ, АНАЛИЗ, ГСС МАНИПУЛЯТОР, СХВАТ, ОРИЕНТИРУЮЩИЙ МЕХАНИЗМ, МЕХАНИЗМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РУКИ,

Цель работы: проектирование конструкций промышленных роботов (ПР) и анализ возможности встраивания их в станочные комплексы.

Объект разработки: промышленный робот, разрабатываемый на основе задания для гибкой станочной системы.

Расчетно-пояснительная записка состоит из разделов и включает в себя все необходимые расчеты, пояснения, таблицы, рисунки и схемы. В курсовой работе представлен анализ и обоснование кинематической структуры робота, состав и основные характеристики вспомогательного оборудования станочной системы, структура станочной системы, обоснование выбора основных характеристик манипулятора; расчет механизмов и узлов манипулятора с необходимыми расчетными и пояснительными схемами; список использованной литературы. Графическая часть курсовой работы содержит структуру станочной схемы (на уровне эскизной разработки), а также циклограмму работы робота.

					ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Проект промышленного робота для ГСС			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Оськин Ф.А.									
Провер.		Шаралапов А.Е.							2	30	
								Каф. «КПТО», гр. 16МС1			
Н. контр.											
Утв.											

Содержание

Введение.....	5
Техническое задание на курсовую работу	
1. Разработка компоновки ГСС.....	8
2. Разработка алгоритма работы ГСС	
и расчет времени обслуживания.....	10
3. Анализ ГСС на основе теории	
массового обслуживания.....	14
4. Расчет ПР.....	21
4.1 Расчет захватного устройства	21
4.2 Расчет ориентирующего механизма руки	26
4.3 Расчет механизма горизонтального перемещения руки.....	26
Список использованных источников	30

Техническое задание на курсовую работу

Тип работа – напольный (базовый – М20П40.01).

Рассчитать и спроектировать захватное устройство, ориентирующий механизм и механизм горизонтального перемещения руки манипулятора (выбрать электро- и пневмодвигатели, рассчитать механизмы приводов, выполнить чертеж одного из механизмов).

$i=1$ – количество станков;

$m=2$ – количество накопителей

заготовок; $T_{M1}=4.5$ мин – машинное

время станка; $m_T=40$ кг – масса

траверсы;

$m_c=10$ кг – масса схвата;

$V_T=1.2$ м/с – скорость горизонтального перемещения штанги

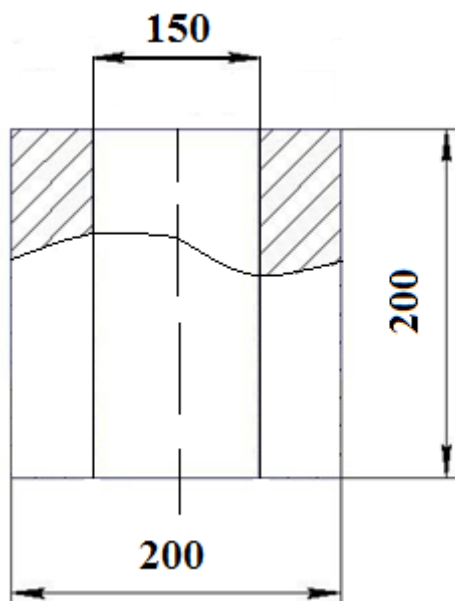
$\varepsilon_3=700$ рад/с² – угловое ускорение ориентирующего

механизма; $l_3=300$ мм – параметры стационарного робота;

$l_4=300$ мм – параметры стационарного робота;

$l_5=1150$ мм – параметры стационарного

робота; $t_3=3$ с.



1.Разработка компоновки ГСС

Основные размеры рабочей зоны робота определяются из анализа взаимного расположения робота, основного и вспомогательного технологического оборудования, кинематики движения детали в пространстве, подходов исполнительного органа в рабочую зону оборудования и кинематического анализа компоновки робота.

Рациональные расстояния между технологическим оборудованием внутри станочной системы выбираем из условия получения минимальных перемещений руки ПР, а также удобства доступа к оборудованию обслуживающим персоналом (рис.2).

Анализ проводится в следующем порядке:

1. Определяются типы основного и вспомогательного оборудования, их габариты;
2. Определяются кинематика движения объекта манипулирования и рациональные подходы его в рабочую зону станков;
3. Выбирается компоновка ПР;
4. Разрабатывается планировка станочной системы;
5. Определяются размеры рабочей зоны ПР и величины перемещения по степеням подвижности.

Напольная компоновка ПР определяет круговое расположение оборудования и габариты. Под рабочей зоной технологического оборудования понимают часть рабочего пространства станка (либо накопителя), куда схват робота вводит, устанавливает, снимает с установочных баз, выводит заготовку или деталь.

Состав ГСС

- 1 –многоцелевой станок с ЧПУ;
- 2 - проектируемый напольный робот:

					ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

3 - Тактовый стол;

4 - Система ЧПУ.

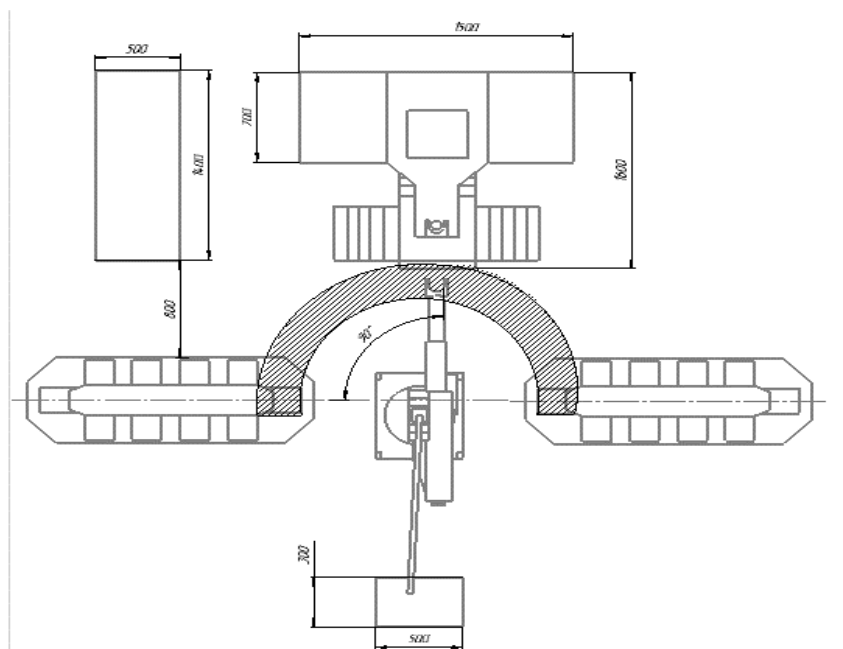


Рисунок 2 – Гибкая станочная система

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ

Лист

9

4. Расчет ПР

4.1 Расчет захватного устройства

Схваты ПР служат для захватывания и удержания объекта манипулирования во время его транспортировки. Основными требованиями, предъявляемыми к схватам, являются надежность захватывания и удержания объекта, точность ориентирования и базирования, а также невозможность разрушения и повреждения детали. В настоящее время разработано больше количество конструкторских схватов, имитирующих кистью человека, с пневмо- или электромеханическим приводом.

Проектирование схватов проводят в следующей последовательности:

- 1) выбирают тип схвата.
- 2) Определяют усилие схвата.
- 3) Определяют необходимое перемещение губок схвата.
- 4) Определяют усилие привода.
- 5) Определяют усилие в кинематических элементах схвата, рассчитывают их размеры.

При выборе типа схвата необходимо учитывать множество факторов, основными из которых являются масса, форма и свойства объекта манипулирования, изменение этих характеристик в процессе обработки, требования к времени захвата и точности позиционирования, свойства захватываемой поверхности.

Для тел вращения выбираем однопозиционный схват.

m_0 – масса объекта манипулирования, т.е. массу детали определяем по формуле:

$$m_0 = \rho \cdot V,$$

где ρ – плотность материала детали в г/см³

$$\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$$

V – объем детали, см³

					ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Объем детали определяем исходя из размеров детали по формуле:

$$V = (a \cdot a \cdot h) - (b \cdot b \cdot h);$$

$$V = (0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,1) - (0,15 \cdot 0,15 \cdot 0,1) = 0,00175 \text{ м}^3;$$

где a, b – радиус основания заготовки, см

$a = 200$ см, $b = 150$ см.

h – высота оснований заготовки, см

$h = 100$ см.

$$m_0 = 7200 \cdot 0,00175 \approx 13,65 \text{ кг}$$

Усилие, действующие на губки определяем, исходя из условий равновесия по формуле:

$$R_1 = \frac{l+c}{l} \cdot F_0, R_2 = \frac{c}{l} \cdot F_0,$$

где $F_0 = m_0 \cdot g$ = сила веса детали, Н

$$F_0 = 13,65 \cdot 9,8 = 133,77 \text{ Н}$$

принимаем ширину губок $l = 50$ мм;

$c = 25$ мм

$$R_1 = \frac{50-25}{50} \cdot 133,77 = 66,885 \text{ Н}$$

$$R_2 = \frac{25}{50} \cdot 133,77 = 66,885 \text{ Н}$$

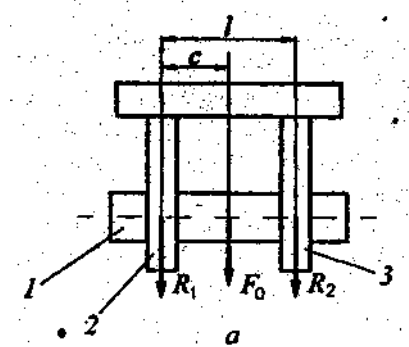


Рис. 4 Схема захвата детали

При проектировании схватов за расчетные принимают усилия, включенные с учетом ускорения при перемещении по формуле

$$F = m_0 \cdot (g + a) \cdot K_1 \cdot K_2$$

Где K_1 - коэффициент, зависящий от положения заготовки по отношению к губкам схвата и направления действия силы тяжести:

$$K_1 = \frac{1}{2} \cdot f,$$

Где f – коэффициент трения. Для незакаленных пальцев без насечки (сталь марок 45, 50) $f = 0,12-0,15$.

Принимаем $f = 0,15$

$$K_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,15 = 0,075$$

$K_2 = 1,3 - 2$ коэффициент запаса, принимаем $K_2 = 1,5$

a - ускорение при запуске двигателя

$$a = \frac{v}{t_p},$$

$t_p = 0,3 - 0,5$, принимаем $t_p = 0,4$

t_p – время разгона

v – скорость горизонтального перемещения, м/с

$$a = \frac{0,5}{0,4} = 1,25 \text{ м/с}^2$$

$$F = 13,65 \cdot (9,8 + 1,25) \cdot 0,075 \cdot 1,5 = 16,97 \text{ Н}$$

При использовании плоской губки удерживающие усилия вычисляем по формуле:

$$F_{N1} = F_{N2} = F / (2 \cdot f) = 16,97 / (2 \cdot 0,15) = 56,57 \text{ Н}$$

где f - коэффициент трения

Сила трения:

$$F_{T1} = F_{N1} \cdot f$$

$$F_{T1} = F_{N1} \cdot f = 56,57 \cdot 0,15 = 8,49 \text{ Н}$$

$$F_{T2} = F_{N2} \cdot f = 56,57 \cdot 0,15 = 8,49 \text{ Н}$$

					ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

z_c - число зубьев колеса (на окружности соответствующего колеса).

Обычно $z_c = 15 \dots 18$,

n – число пар губок схвата,

η – КПД механизма, принимаем $= 0,95$,

Радиус зубчатого сектора определяется по известным формулам

$$R = m_c z_c / 2 = 2 \cdot 17 / 2 = 17$$

В свою очередь, модуль передачи

$$m_c = 14 \sqrt{\frac{Y_F k_{FB} T / (z_c^2 \psi_{bd} [\sigma_F])}{}} = 14 \sqrt{\frac{1,1,07 \cdot 975 \cdot 0,25 / (17^2 \cdot 0,4 \cdot 270)}{}} = 1,2$$

Принимаем модуль равный 2

где Y_F - коэффициент формы зуба; k_{FB} - коэффициент, учитывающий распределение нагрузки на ширине венца; T - вращающий момент, равный удерживающему для рассчитываемого сектора, Н·м; ψ_{bd} - коэффициент ширины колеса; $[\sigma_F]$ - допускаемые напряжения изгиба, МПа.

$$z_c = 17; \eta = 0,95; n = 1$$

$$F_n = \frac{2 \cdot (56,57 + 56,57)}{(2 \cdot 17 \cdot 0,95)} = 7H$$

Определяем диаметр поршня пневмопривода по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_n}{\pi \cdot p \cdot \eta_{\Pi} \cdot \eta_C}}$$

где η_{Π} – КПД механического

привода η_C - КПД схвата

p – давление пневмосистемы; $p = 0,4$ МПа принимаем $\eta_{\Pi} = 0,9$;

$\eta_C = 0,9$.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 7}{(3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9)}} = 5,25 \text{ мм},$$

Принимаем диаметр поршня по стандартному ряду $d = 14$ мм

					ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

4.2 Расчет ориентирующего механизма руки

Ориентирующие механизмы (ОМ) роботов предназначены для ориентации объекта манипулирования и обычно имеют от 1 до 3 степеней подвижности, которые чаще всего представляют собой механизмы с вращательными парами. Вращение звеньев осуществляется с помощью различных механических передач (зубчатых, волновых, планетарных, червячных и т.д.) от электродвигателей постоянного тока, либо от пневмодвигателей.

У современных роботов максимальные скорости перемещения ОМ лежат в пределах 90 – 150 град/с, а ускорение – в пределах 450 – 1500 град/с².

Определяем фактический момент от смещения осей центра тяжести объекта манипулирования и схвата по формуле:

$$T_{CT} = m \cdot g \cdot l_{OM},$$

где m – масса объекта манипулирования и исполнительного механизма,

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$l_{OM} = 43.98 + 40 = 83.98 \text{ мм}$$

$$T_{CT} = 13,65 \cdot 9,8 \cdot 0,08398 = 11,23 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Выбираем поворотный пневмодвигатель лопастной серии ПДЛ.

ПДЛ 3,2-3,

У которого номинальный крутящий момент 80 Н·м.

4.3 Расчет механизма горизонтального перемещения руки.

В ПР применяют пневмо-, гидро- и электроприводы. Пневмоприводы применяются в основном для ПР с относительно небольшой грузоподъемностью, т.к. они имеют низкие жесткостные характеристики.

Гидроприводы по сравнению с электроприводами обеспечивают более высокие параметры ПР, однако их эксплуатационные расходы значительно выше. Поэтому в последнее время чаще применяются электроприводы с двигателями постоянного тока.

$$f = 0,05 \dots 0,1, \text{ принимаем } f = 0,05.$$

					ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$$R_C = \frac{[(m_O + m_C) \cdot g \cdot l_5 + m_{III} \cdot g \cdot l_4]}{l_3},$$

$$R_D = \frac{[(m_O + m_C) \cdot g \cdot (l_3 + l_5) + m_{III} \cdot g \cdot (l_3 + l_4)]}{l_3}.$$

Тогда,

$$a = \frac{0,5}{0,4} = 1,25 \text{ м/с}^2;$$

$$R_C = \frac{[(13,65 + 2) \cdot 9,81 \cdot 0,12 + 60 \cdot 9,81 \cdot 0,3]}{0,3} = 649,3 \text{ Н};$$

$$R_D = \frac{[(13,65 + 2) \cdot 9,81 \cdot (0,3 + 0,12) + 60 \cdot 9,81 \cdot (0,3 + 0,3)]}{0,25} = 1390,7 \text{ Н};$$

$$F_{TP} = (649,3 + 1390,7) = 2040 \text{ Н};$$

$$F_{IH} = 1 \cdot (13,65 + 2 + 60) \cdot 1,25 = 94,6 \text{ Н};$$

$$F_{OC} = 94,6 + 2040 = 2134,6 \text{ Н};$$

$$P_{IIIM} = 10^{-3} \cdot 2134,6 \cdot 0,5 = 1,1 \text{ кВт};$$

$$P_{ДВ} = \frac{1 \cdot 1,1}{0,837} = 1,3 \text{ кВт}.$$

Проверку двигателя проводят по формуле:

$$J_{IP} = \left(\sum_{i=1}^n m_i \right) \cdot \left(\frac{V}{\omega_{ДВ}} \right)^2,$$

где $\sum_{i=1}^n m_i = m_{III} + m_O + m_C.$

Следовательно,

$$\omega = \varepsilon \cdot t_p;$$

$$\omega = 300 \cdot 0,4 = 120 \text{ град/с} = 1,9 \text{ рад/с};$$

$$\sum_{i=1}^n m_i = 13,65 + 60 + 2 = 75,65 \text{ кг};$$

$$J_{IP} = 75,65 \cdot \left(\frac{0,5}{1,9} \right)^2 = 0,00131 \text{ кг/м}^2.$$

По каталогу выбираем двигатель постоянного тока 5АИЕ1 71.

Номинальная мощность $P_{ном} = 1,1 \text{ кВт}$ и $n_{ном} = 3000 \text{ мин}^{-1}$.

					ПГУ 1.15.03.02.13ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

