

АЛМАТИНСКИЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ и СВЯЗИ
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ

Методические указания и задания к курсовой работе (для студентов,
обучающихся по специальности 330840- Электропривод и автоматизация
технологических комплексов)

Алматы 2002

1. Введение

Выполнение курсовой работы является важным этапом в развитии навыков проектирования систем автоматического управления производственными механизмами. Основной задачей курсовой работы является расчет и выбор основных элементов системы автоматизированного электропривода, отвечающих технологическим требованиям работы данного механизма.

Курсовая работа состоит из расчетно- пояснительной записки на листах формата (210x297). Графики и рисунки в тексте могут быть выполнены на компьютере или миллиметровой бумаге. Вариант задания выбирается по последней цифре зачетной книжки в таблице 1.

1 Задание 1

Для токарного станка, имеющего общий диапазон регулирования $D_{ш}$, максимальную частоту вращения $\omega_{ш\ max}$, максимальный диаметр обрабатываемой детали d_{max} , допустимый момент на шпинделе $M_{ш\ доп}$, допустимое усилие подачи $F_{х\ доп}$, максимальную глубину резания t_{max} , максимальную скорость резания V_{max} , к.п.д. станка $\eta=0,85$, коэффициент плавности ϕ (таблица 1) и двигатель постоянного тока с двухзонным регулированием необходимо:

- а) Рассчитать мощность электродвигателя главного движения и выбрать по каталогу двигатель, предусматривающий двухзонное регулирование;
- б) Определить диапазон регулирования с постоянным моментом D_M , и с постоянной мощностью D_P ;
- в) Рассчитать и построить графики допустимых нагрузок на шпинделе;
- г) Построить механические характеристики электродвигателя для максимальной и минимальной скоростей вращения;
- д) Обосновать и выбрать структуру системы управления электроприводом и произвести расчет основных силовых элементов схемы и параметров системы;
- е) Исследовать динамику системы регулирования в первой зоне с применением программно-методического комплекса МИК-АЛ, провести анализ результатов, сделать выводы;
- ж) По данным расчета по каталогу выбрать комплектный тиристорный электропривод и привести его функциональную схему с кратким описанием принципа работы.

1.1 Методические указания

1.3.1 Расчет мощности электродвигателя

Расчет мощности двигателя постоянного тока главного движения необходимо вести исходя из допустимых значений $M_{ш.доп}$ и $F_{z.доп}$. Значение $F_{z.доп}$ определяется косвенно исходя из прочности механизма подачи

$$F_{z.доп} = 9,81 \cdot C_{FX} \cdot t_{max}^{XF1} \cdot S_{доп}^{YF} \cdot V_{max}^{PFx}$$

из которого определяется $S_{доп}$. $F_{z.доп}$ определяется при максимальных значениях t_{max} , $S_{доп}$, V_{max} .

Общий диапазон регулирования скорости вращения шпинделя равен

$$D_{ш} = \frac{W_{ш.макс}}{W_{ш.мин}} \cdot \frac{V_{max}}{V_{min}} \cdot \frac{d_{max}}{d_{min}} = D_v \cdot D_d,$$

в котором необходимо выделить диапазоны регулирования с постоянной мощностью D_p и с постоянным моментом D_m . Для определения

указанных диапазонов необходимо найти величину $F_{z.доп} \cdot \frac{d_{max}}{2}$ и сравнить

ее с $M_{доп}$ (или найти величину $\frac{M_{доп}}{d_{max}}$ и сравнить ее с $F_{z.доп}$). Здесь

возможны два случая:

а) если $F_{z.макс} \cdot \frac{d_{max}}{2} \leq M_{доп}$ (или $F_{z.макс} \leq \frac{2 \cdot M_{доп}}{d_{max}}$), то по всему

диапазону диаметров обрабатываемых изделий будет действовать одно ограничение по усилию резания и в этом случае диапазон регулирования с постоянным моментом:

$$D_m = \frac{V_{max}}{V_{min}},$$

а диапазон регулирования с постоянной мощностью

$$D_p = \frac{d_{max}}{d_{min}} = \frac{D_{ш}}{D_m};$$

б) если $F_{z.макс} \cdot \frac{d_{max}}{2} > M_{доп}$ (или $F_{z.макс} > \frac{2 \cdot M_{доп}}{d_{max}}$), то при уменьшении

диаметра обработки от d_{max} до некоторого граничного значения $d_{гр}$ вначале будет действовать ограничение по моменту, а затем от $d_{гр}$ до d_{min} — ограничение по усилию. Это значит, что в диапазоне от d_{max} до $d_{гр}$ требуется регулирование с $M = const$, а в диапазоне от $d_{гр}$ до d_{min} — регулирование с $P = const$.

Значение $d_{гр}$ определяется из выражения

$$d_{гр} = \frac{2 \cdot M_{дон}}{F_{z, \max}},$$

с учетом которого диапазон регулирования с постоянным моментом равен

$$D_M = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \cdot \frac{d_{\max}}{d_{гр}},$$

где V_{\min} определяется из выражения:

$$V_{\min} = \frac{W_{\min} \cdot d_{\max}}{2}.$$

После определения диапазонов регулирования необходимо построить графики допустимых нагрузок на шпиндель под которыми понимаются зависимости $F = f(d)$ и $M = f(d)$ рисунок 1.

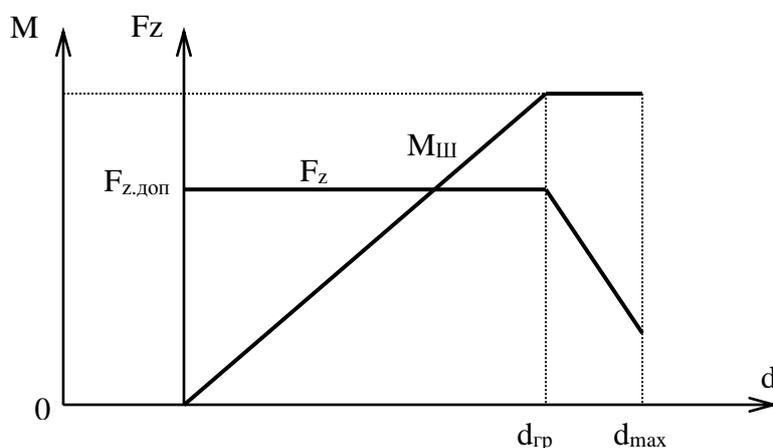


Рисунок 1

Мощность двигателя определяется по формуле

$$P_{дв} = \frac{M_{ш.дон} \cdot W_{\max}}{D_{мех} \cdot \eta_{ст}}.$$

1.1.2 Расчет и выбор основных элементов системы электропривода

Реализация рассматриваемого привода может быть осуществлена по системе ТП-Д с двухконтурной системой подчиненного регулирования и обратными связями по току и скорости. Суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, принять равным $J = 1,4J$. Расчет параметров регуляторов произвести с учетом настройки системы на технический оптимум / 2 / и исследовать работу системы регулирования на ЭВМ с применением программно-методического комплекса МИК-АЛ.

Комплектный тиристорный электропривод должен быть выбран с учетом:

- шкалы токов и напряжений двигателя по цепи якоря и возбуждения;
- выбранной структуры системы управления электроприводом.

Расчет элементов и параметров системы регулирования рекомендуется делать в следующей последовательности:

- а) Производится расчет и выбор согласующего трансформатора, определяется индуктивное сопротивление и индуктивность обмоток трансформатора;
- б) Рассчитывается сопротивление якорной цепи двигателя;
- в) Определяется индуктивность обмотки якоря двигателя;
- г) Рассчитываются суммарное сопротивление и индуктивность якорной цепи;
- д) Определяется суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя;
- е) Находятся электромагнитная и электромеханическая постоянные времени;
- ж) Определяются параметры регуляторов, соответствующие заданной настройке системы регулирования;
- з) Составляется структурная схема в МИК-АЛ;
- и) По структурной схеме записывается программа исследования динамики системы и проверяется на ЭВМ. Графики переходных процессов анализируются, распечатываются и вставляются в пояснительную записку.

Индуктивное и активное сопротивление обмоток трансформатора, на фазу, можно определить по известным значениям напряжения короткого замыкания (в процентах)- $u_k\%$ и потерям короткого замыкания ΔP , для выбранного по каталогу трансформатора

$$X_T = \frac{u_k \% u_1}{100 \cdot I_1 \cdot K_T^2} ; \quad R = \frac{\Delta P}{m I_1^2 K_T^2} ,$$

где K_T – коэффициент трансформации, m - число фаз.

Индуктивность обмотки якоря двигателя

$$L_{я} = K_k \frac{U_H}{2 p n_H I_H} ,$$

где $K_k = 5 \dots 6$ для компенсированных машин.

2 Задание 2

Для электропривода главного движения продольно-строгального станка с техническими данными, представленными таблице 2 необходимо:

- а) Рассчитать мощность и выбрать электродвигатель главного движения;
- б) Проверить выбранный двигатель по перегреву;

- в) Обосновать и выбрать систему регулирования скорости двигателя, произвести расчет параметров и выбор основных элементов схемы;
- г) Исследовать динамические режимы работы системы регулирования на ЭВМ с применением программно-методического комплекса МИК-АЛ, провести анализ, полученных результатов, сделать выводы;
- д) По данным расчетов выбрать комплектный тиристорный электропривод и представить его функциональную схему с кратким пояснением принципа работы.

4.1 Методические указания

Вначале, пренебрегая переходным процессами, рассчитываются мощности рабочего и обратного хода станка /1,3 /

$$P_{px} = \frac{[F_z + (F_y + G_{ст} + G_{изд})\mu]v_{раб}}{60 \cdot 10^3 \eta_{стном}}$$

$$P_{ох} = \frac{(G_{ст} + G_{изд})\mu v_{раб}}{60 \cdot 10^3 \eta_{стох}}$$

Затем определяется эквивалентная мощность $P_э$ электропривода / 1, 5 /, в соответствии с которой и с учетом принятого способа регулирования скорости выбирается приводной двигатель. Далее строится нагрузочная диаграмма и выбранный двигатель проверяется по перегреву и перегрузке с учетом ухудшения условий охлаждения на нижних скоростях (для само вентилируемых двигателей), а в случае двухзонного регулирования скорости также и с учетом ослабления потока возбуждения двигателя.

В качестве основы для разработки автоматической системы регулирования скорости электропривода может быть принята двухконтурная система подчиненного регулирования с обратными связями по току и скорости. Для выбранной системы регулирования произвести расчет параметров регуляторов и исследовать динамические режимы на ЭВМ с применением программно-методического комплекса МИК-АЛ / 2, 3 /. Расчеты динамических режимов работы заканчиваются построением кривой переходного процесса скорости вращения двигателя при ступенчатом изменении на 20% от $M_{ном}$ возмущающего момента на валу двигателя при $\Phi_B = const$.

При проектировании системы следует предусмотреть возможность толчкового наладочного режима работы и ограничение якорного тока величиной $I_{я} \leq 2,0 I_{я ном}$. На основании проведенных расчетов и выбранной структуры системы регулирования по каталогу выбирается комплектный тиристорный электропривод.

Порядок расчета элементов и параметров системы регулирования аналогичен приведенному в задании 1.

Таблица 1

Технические данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D_{ш}$	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
$\omega_{ш, max}$ (рад/с)	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170
d_{max} (мм)	400	450	400	450	400	450	400	450	400	450
$M_{ш, доп}$ (Мм)	120 0	130 0	125 0	127 0	128 0	129 0	124 0	123 0	122 0	1210
$F_{z, доп}$ (Н)	550 0	560 0	570 0	580 0	590 0	600 0	550 0	560 0	570 0	5800
t_{max} (мм)	5	5.5	6	6.5	7	5	5.5	6	6.5	7
V_{max} м/мин	115	120	125	130	135	115	120	125	130	135
$\eta_{ст}$	0.85	0.9	0.85	0.9	0.85	0.9	0.85	0.9	0.85	0.9
ϕ	D_{ϕ}									
D_{ϕ}	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	2	2,5	3,0	3,5	4,0

Таблица 2

Наименование величин	ВАРИАНТЫ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Усилие резания F_z к Н	35	37	39	40	42	43	45	47	48	50
Вертикальная составляющая усилия резания F_y кН	14	14,8	15,6	16	16	17	18	18,8	19,2	2
Вес стола $G_{ст}$, к Н	50	51	52	53	54	55	56	57	58	60
Вес изделия $G_{изд}$, кН	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Коэффициент трения в направляющих - μ	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Номинальный КПД станка $\eta_{стном}$	0,7	0,7	0,7	0,75	0,75	0,75	0,7	0,7	0,75	0,75

Наибольшая скорость рабочего хода $v_{обр}, \text{ м/мин}$	25	30	35	40	45	50	45	40	35	35
Момент инерции вращающихся частей, приведенный к валу двигателя $I, \text{ кг*м}^2$	2,1	2,2	2,3	2,4	5,5	6,6	10,7	12,8	12,9	21,0
Скорости входа и выхода резца $v_{вх} = v_{вых}, \text{ м/мин}$	10	10	10	10	10	10	12	14	15	15
Длина свободного пробега стола до врезания резца и после его выхода $L_{пр}, \text{ м}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Наибольшая длина строгания $L, \text{ м}$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Диапазон регулирования скорости рабочего хода $D_{раб}$	5	6	6	7	7	8	8	6	6	5
Диапазон регулирования скорости обратного хода $D_{обр}$	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Список литературы

- 1 Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева, А.В. Шинянского.-М.: Энергоатомиздат, 1983.-615с.
- 2 Шапарев Н.К. Автоматизация типовых технологических процессов металлообработки.-Киев: Высшая школа, 1984.-312с.
- 3 Соколов Н.Г., Елисеев В.А. Расчеты по автоматизированному электроприводу металлорежущих станков.- М.: Высшая школа, 1970.-296с.
- 4 Корытин А.М, Петров Н.К Автоматизация типовых технологических процессов и установок.-М.: Энергоатомиздат, 1988.-432с
- 5 Ковчин С. А., Сабинин Ю. А. Теория электропривода.-С-П.: Энергоатомиздат 2000.- 496 с.
- 6 Ключев В. И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов.-М.: Энергия, 1980.-360 с.

Содержание

Введение.....	3
1 Задание 1.....	3
1.1 Методические указания.....	3
1.1.1 Расчет мощности электродвигателя.....	3
1.1.2 Расчет и выбор основных элементов системы электропривода.....	5
2 Задание 2.....	6
2.1 Методические указания.....	7
Список литературы.....	10

СОСТАВИТЕЛЬ: С.Б. Алексеев. Автоматизация типовых технологических процессов. Методические указания и задания к курсовой работе для студентов, обучающихся по специальности 330840 – Электропривод и автоматизация технологических комплексов.-Алматы: АИЭС, 2002-10 с.

Методические указания соответствуют курсу Автоматизация типовых технологических процессов и включают задания на выполнение курсовой работы, методы, порядок расчета и выбора основных элементов системы электропривода для автоматизируемых механизмов.

Методические указания предназначены для студентов обучающихся по специальности 330840- Электропривод и автоматизация технологических комплексов.

Библиогр.-4 назв., табл.-2.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Новокшенов.

Печатается по плану издания Алматинского института энергетики и связи на 2002г.

Алексеев Сергей Борисович

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
(для студентов, обучающихся по специальности 330840 – Электропривод и
автоматизация технологических комплексов)

Редактор Шилина В.В.

Подписано в печать _____

Тираж 50 экз.

Объем 0,7 уч.- изд.. л.

Формат 60x84 1/16

Бумага типографская №1

Заказ _____ цена 22 тг.

Копировально-множительное бюро
Алматинского института энергетики и связи
480013 Алматы, ул. Байтурсынова,126