

Министерство образования Республики Беларусь
МОГИЛЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА "ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО КУРСУ "ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ
КОНСТРУИРОВАНИЯ" ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
Т.05.04.00 И Т.05.07.00

"КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА"

МОГИЛЕВ 1999

УДК 621.81 (075.5)

Рассмотрена и рекомендована к изданию
на заседании кафедры "Прикладная механика"
протокол № 7 от "08" апреля 1999 г.

Составитель:

В.Г.Харкевич

Рецензент:

В.А.Кеворкянц

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
Введение.....	4
1. Требуемая мощность электродвигателя для привода.....	4
2. Приемлемая угловая скорость вращения вала электродвигателя.....	5
3. Выбор электродвигателя.....	5
4. Асинхронная частота вращения вала электродвигателя.....	8
5. Передаточное отношение привода.....	8
6. Разбивка общего передаточного отношения между отдельными передачами привода.....	8
7. Угловые скорости на валах.....	9
8. Мощности на валах.....	9
9. Крутящие моменты на валах.....	9
Список литературы.....	10

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее методическое указание содержит рекомендации по выполнению кинематического расчета привода, который решает следующие задачи:

- Выбор электродвигателя по требуемой мощности и приемлемой частоте вращения вала электродвигателя;
- Определение передаточного отношения привода и разбивка его по отдельным ступеням в соответствии с заданной кинематической схемой;
- Определение угловых скоростей, мощностей и крутящих моментов на валах с целью дальнейшего прочностного расчета элементов передач и подбора стандартных изделий.

1. ТРЕБУЕМАЯ МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИВОДА, Вт

$$N_{дв} = \frac{N_p}{\eta},$$

где N_p – мощность на рабочем органе привода, Вт

$$N_p = Fv \text{ или } N_p = T\omega_p,$$

где F – тяговое усилие на ленте или цепи конвейера, Н

v – скорость движения ленты или цепи конвейера, м/с

T – момент на приводном валу, Н·м

ω_p – угловая скорость рабочего органа, рад/с

η – общий К.П.Д. привода от двигателя до барабана (звездочки), равный произведению частных К.П.Д. отдельных элементов составляющих привод:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots \eta_i$$

Для приближенной оценки К.П.Д. отдельных элементов можно воспользоваться таблицей 1.1.

Если заданы натяжения ветвей тягового органа конвейера, ведущей S_1 и ведомой S_2 , то тяговое усилие равно:

$$F = S_1 - S_2$$

Таблица 1.1

Значения К.П.Д. элементов привода

Элементы привода	К.П.Д. передачи		
	Закрытая	открытая	
Зубчатая цилиндрическая передача	0,96...0,98	0,93...0,95	
Зубчатая коническая передача	0,95...0,97	0,92...0,94	
Червячная передача при числе заходов червяка: $z_1 = 1$	0,65...0,70	0,50...0,60	
	$z_1 = 2$	0,70...0,75	0,60...0,70
	$z_1 = 3$	0,80...0,85	–
	$z_1 = 4$	0,85...0,90	–
Цепная передача	0,95...0,97	0,90...0,93	
Фрикционная передача	0,90...0,96	0,70...0,80	
Ременная передача	–	0,94...0,97	
Одна пара подшипников качения	0,99...0,995		
Одна пара подшипников скольжения	0,975...0,985		
Муфты	0,985...0,995		

2. ПРИЕМЛЕМАЯ УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ, рад/с

$$\omega = u_{oc} \omega_p,$$

где ω_p – угловая скорость вращения рабочего органа, рад/с

u_{oc} – оценочное передаточное отношение привода, которое связано с передаточным отношением последовательно соединяемых передач зависимостью, можно определить:

$$u_{oc} = u_1 u_2 u_3 \dots u_i$$

Рекомендуемые значения частных передаточных отношений различных передач приведены в таблице 2.1.

3. ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

По мощности, определенной в пункте 1, и приемлемой угловой скорости вращения, определенной в пункте 2, производится подбор электродвигателя.

Таблица 2.1

Рекомендуемые значения передаточных отношений
механических передач

Тип передачи	Рекомендуемые значения	
	Среднее	наибольшее
Закрытая зубчатая передача:		
а) цилиндрическими колесами		
прямозубыми	3...4	8
косозубыми	3...5	8
шевронными	4...6	8
б) коническими колесами:		
прямозубыми	2...3	4
с круговым зубом	3...4	8
Открытая зубчатая передача:		
а) цилиндрическими колесами	4...6	15
б) коническими колесами	3...4	8...10
Червячная передача	10...40	80 (в открытых передачах до 120)
Ременная передача:		
плоским ремнем	2...4	5
с натяжным роликом	3...6	7...8
клиновым ремнем	2...5	7
поликлиновым ремнем	4...6	12...15
Цепная передача	2...4	8

Примечание. В случаях предусмотренных конструкцией или техническими требованиями допускается принимать значения передаточных отношений отличные от рекомендуемых.

Частота вращения n (об/мин) связана с угловой скоростью вращения ω (рад/с) зависимостью:

$$n = \frac{30\omega}{\pi}.$$

В приводах к различным технологическим и вспомогательным машинам, для которых свойственна длительная работа, принимаются в основном трехфазные асинхронные электродвигатели серии 4А, а также их модификации (см. табл. 3.1).

Желательно, чтобы номинальная мощность двигателя $[N_{\text{дв}}]$ была не меньше требуемой, т.е.:

$$N_{\text{дв}} \leq [N_{\text{дв}}]$$

Таблица 3.1

Технические данные асинхронных электродвигателей
серии 4А

Синхронная частота вращения							
Nдв., кВт	Тип	$\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}}$	d вых. вала, мм	Nдв., кВт.	Тип	$\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}}$	d вых. вала, мм
3000 об/мин				1500 об/мин			
0,12	4A50B2Y3	2,0	9	0,12	4AА56A4Y3	2,0	11
0,75	4A71A2Y3	2,0	19	0,75	4A71B4Y3	2,0	19
1,1	4A71B2Y3	2,0	19	1,1	4A80A4Y3	2,0	22
1,5	4A80A2Y3Ч	2,0	22	1,5	4A80B4Y3	2,0	22
2,2	4A80B2Y3	2,0	22	2,2	4A90L4Y3	2,0	24
3,0	4A90L2Y3	2,0	24	3,0	4A100S4Y3	2,0	28
4,0	4A100S2Y3	2,0	28	4,0	4A100L4Y3	2,0	28
5,5	4A100L2Y3	2,0	28	5,5	4A112M4Y3	2,0	32
7,5	4A112M2Y3	2,0	32	7,5	4A132S4Y3	2,0	38
11,0	4A132M2Y3	1,6	38	11,0	4A132M4Y3	2,0	38
15,0	4A160S2Y3	1,4	42	15,0	4A160S4Y3	2,0	48
18,5	4A160M2Y3	1,4	42	18,5	4A160M4Y3	1,4	48
22,0	4A180S2Y3	1,4	48	22,0	4A180S4Y3	1,4	55
30,0	4A180M2Y3	1,4	48	30,0	4A180M4Y3	1,4	55
37,0	4A200M2Y3	1,4	60	37,0	4A200M4Y3	1,4	60
1000 об/мин				750 об/мин			
0,75	4A80A6Y3	2,0	22	0,75	4A90LA8Y3	1,6	24
1,1	4A80B6Y3	2,0	22	1,1	4A90LB8Y3	1,6	24
1,5	4A90L6Y3	2,0	24	1,5	4A100L8Y3	1,6	28
2,2	4A100L6Y3	2,0	28	2,2	4A112MA8Y3	1,8	32
3,0	4A112MA6Y3	2,0	32	3,0	4A112MB8Y3	1,8	32
4,0	4A112MB6Y3	2,0	32	4,0	4A132S8Y3	1,8	38
5,5	4A132S6Y3	2,0	38	5,5	4A132M8Y3	1,8	38
7,5	4A132M6Y3	2,0	38	7,5	4A160S8Y3	1,4	48
11,0	4A160S6Y3	1,2	48	11,0	4A160M8Y3	1,4	48
15,0	4A160M6Y3	1,2	48	15,0	4A180M8Y3	1,2	55
18,5	4A180M6Y3	1,2	55	18,5	4A200M8Y3	1,2	60
22,0	4A200M6Y3	1,2	60	22,0	4A200L8Y3	1,2	60
30,0	4A200L6Y3	1,2	60	30,0	4A225M8Y3	1,2	65
37,0	4A225M6Y3	1,2	65	37,0	4A250S8Y3	1,2	75

Перегрузка двигателя допускается не более, чем на 5...6 %. При выборе двигателя необходимо согласовать его характеристику с режимом нагрузки и динамикой механизма. Должно соблюдаться условие

$$T_{\text{пуск}} / T_{\text{ном}} \leq [T_{\text{пуск}} / T_{\text{ном}}]$$

Если же условие не соблюдается для данного типа двигателя, нужно выбрать другой тип двигателя с повышенным пусковым моментом $T_{\text{пуск}}$.

4. АСИНХРОННАЯ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ, об/мин

$$n_{\text{дв}} = (1 - S)n,$$

где n – синхронная частота вращения вала электродвигателя, (об/мин)
 S – скольжение; при номинальной нагрузке $S = 0,04 \dots 0,06$

5. ПЕРЕДАТОЧНОЕ ОТНОШЕНИЕ ПРИВОДА

$$u_{\text{общ}} = \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_p},$$

где $\omega_{\text{дв}}$ – угловая скорость вала электродвигателя (рад/с) связана с частотой вращения $n_{\text{дв}}$ (об/мин) зависимостью

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{n_{\text{дв}} \pi}{30}$$

ω_p – угловая скорость рабочего органа

$$\omega_p = \frac{2v}{D},$$

где v – скорость движения ленты или цепи конвейера, м/с

D – диаметр барабана или диаметр начальной окружности звездочки конвейера (D_0), м

$$D_0 = \frac{t}{\sin(180^\circ / z)},$$

где t – шаг тяговой цепи, м

z – число зубьев тяговой цепи

6. РАЗБИВКА ОБЩЕГО ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ОТДЕЛЬНЫМИ ПЕРЕДАЧАМИ ПРИВОДА

Общее передаточное отношение привода связано с передаточными отношениями отдельно последовательно соединяемых передач зависимостью:

$$u_{\text{общ}} = u_1 u_2 u_3 \dots u_i$$

При разбивке общего передаточного отношения по отдельным передачам кинематической схемы привода следует исходить из рекомендуемых значений передаточных отношений различных передач, приведенных в таблице 2.1.

Выбор того или иного способа разбивки передаточного отношения по ступеням зависит от требований, которым должна удовлетворять конструкция:

- получение одинакового погружения колес быстроходной ступени и тихоходной ступени в масляную ванну;
- получение наименьшей установочной площади корпуса редуктора;
- обеспечение минимальных размеров редуктора по длине или ширине, минимального суммарного веса зубчатых колес.

Лучшие показатели имеют редукторы, у которых диаметры колес, а не шестерен всех ступеней близки между собой. При этом выполняются условия смазки погружения колес в общую масляную ванну. Так как быстроходная ступень нагружена меньше, чем тихоходная, то для получения близких диаметров колес передаточное отношение быстроходной ступени рекомендуется брать больше тихоходной при одновременном увеличении коэффициента ширины колес ψ_{bd} от быстроходной ступени к тихоходной. Согласно сказанного, рекомендуется принимать в двухступенчатых цилиндрических редукторах передаточное отношение быстроходной ступени $u_1 = (1,2 \dots 1,25) \sqrt{u_{общ}}$; в трехступенчатых – $u_1 > u_2 > u_3$ примерно на 30%; для соосных редукторов может быть выбрано $u_1 = u_2 = \sqrt{u_{общ}}$; для коническо-цилиндрических редукторов $u_1 \leq \sqrt{u_{общ}}$.

7. УГЛОВЫЕ СКОРОСТИ НА ВАЛАХ, рад/с

Для первого вала редуктора при отсутствии промежуточной понижающей передачи между электродвигателями и редуктором

$$\omega_1 = \omega_{дв},$$

в остальных случаях $\omega_{i+1} = \frac{\omega_i}{u_i}$

8. МОЩНОСТИ НА ВАЛАХ, Вт

Для всех валов привода $N_{i+1} = N_i \eta_i$

9. КРУТЯЩИЕ МОМЕНТЫ НА ВАЛАХ, Н·м

Для всех валов привода $T_i = \frac{N_i}{\omega_i}$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1985.
2. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник для вузов /Под ред. В.А. Финогенова. – 6-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1998.
3. Кузьмин А.В., Макейчик Н.Н., Калачев В.Ф. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Справочное пособие. – Мн.: Высшая школа, 1982.
4. Кузьмин А.В., Чернин И.М., Козинцов Б.С. Расчеты деталей машин: Справочное пособие. – Мн.: Высшая школа, 1986.
5. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.

Для заметок

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО КУРСУ "ДЕТАЛИ МАШИН
И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ" ДЛЯ СТУДЕНТОВ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ Т.05.04.00 И Т.05.07.00
"КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА"

Составитель: Харкевич Виталий Геннадьевич

Нормоконтроль: С.А.Хасаншина

Редактор: С.Г.Стрельцова

Лицензия №226 от 12.02.98 г.

Подписано в печать _____ Формат 60x84 1/16

Печать офсетная. Усл. Печ. л. _____ Уч. изд. л. _____

Тираж _____ Заказ _____ Бесплатно.

Отпечатано на ризографе МТИ
212027 г. Могилев, пр. Шмидта, 3