

Министерство образования и науки Российской Федерации

Вологодский государственный университет

Машиностроительный техникум

ДЕТАЛИ МАШИН

Энергокинематический расчет привода

Методические указания для студентов всех форм обучения

Вологда
2016

УДК 621.833(076)

ББК 34.44

Детали машин. Энергокинематический расчет привода: методические указания для студентов всех форм обучения. – Вологда: ВоГУ, 2016 – 11 с.

Методические указания соответствуют требованиям к уровню подготовки обучающихся по специальностям: 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)», 15.02.08 «Технология машиностроения», 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

Методические указания предназначены для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы студентов очного и заочного отделений.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составитель Н.Н. Гулина, преподаватель высшей категории

Рецензент А.В. Козырева, преподаватель высшей категории

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И ЭНЕРГОКИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ	5
1.1 Определение общего коэффициента полезного действия привода	5
1.2 Определение мощности электродвигателя.....	6
1.3 Определение требуемой частоты вращения вала электродвигателя.....	6
1.4 Разбивка общего передаточного число привода по ступеням.....	6
1.5 Определение частот вращения и вращающих моментов на валах...	7
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	8
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	9
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	10

ВВЕДЕНИЕ

В типовых заданиях на курсовое проектирование деталей машин указывается кинематическая схема привода к конвейеру, смесителю, кормораздатчику и другим устройствам, эксплуатируемым в режиме, близком к постоянному. К исходным данным относятся эксплуатационные, загрузочные и энергетические характеристики.

Первый этап проектирования – анализ кинематической схемы и выбор электродвигателя.

В общем машиностроении большинство машин приводят в движение от трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Эта разновидность электродвигателей отличается простой конструкции (у них обмотка ротора замыкается в самом двигателе, что позволяет включать из в сеть без дополнительных устройств) и обслуживания, надежность в эксплуатации и сравнительно низкой стоимостью.

Электродвигатели характеризуются номинальной мощностью, которые они могут отдавать длительное время, не нагреваясь свыше допустимой температуры, и номинальной частотой вращения ротора. Частоту вращения ротора асинхронного двигателя определяет число пар полюсов обмотки статора и его нагрузка.

При выборе электродвигателя может оказаться, что его мощность по паспорту отличается от требуемой. В этом случае надо учитывать два обстоятельства: большой запас мощности электродвигателя приводит к повышению расхода электроэнергии, перегрузка – к перегреву двигателя (допускается перегрузка не более 5%).

$\eta_{зп}$ – принимаем

$\eta_{п/к}$ – принимаем

Общий расчетный К.П.Д. привода составит

1.2 Определение мощности электродвигателя [2], [3]

Требуемая мощность равняется:

$$P_{дв} = P_{тр} / \eta_0, \text{ кВт}, \quad (2)$$

где η_0 – КПД привода, равный произведению КПД отдельных звеньев кинематической цепи.

1.3 Определение требуемой частоты вращения вала электродвигателя [2], [4]

Зная номинальные значения частот вращения валов электродвигателей, различных марок, и значение частоты вращения выходного вала, определим возможные значения общего передаточного отношения привода.

$$\begin{aligned} n_{дв} &= n_{пр} * u_0, \text{ об/мин;} \\ u_0 &= n_{эл} / n_{вых} \end{aligned} \quad (3)$$

1.4 Разбивка общего передаточного число привода по ступеням

Общее передаточное отношение:

$$u_0 = u_{кр} * u_{зп}, \quad (4)$$

где $u_{кр}$ – передаточное отношение клиноременной передачи (1.5 – 5);

$u_{зп}$ – передаточное отношение зубчатой передачи (3 – 6).

Принимаем:

$$u_{кр} =$$

$$u_{зп} =$$

Затем, см. таблицу 1, выбираем электродвигатель марки с техническими характеристиками:

$P =$ кВт, $n_{дв} =$ об/мин; $n_{дв(синх)} =$ об/мин; К.П.Д. = ;
 $d_{вала} =$ мм; Масса кг; степени защиты IP44(АИР) по ГОСТ 17494 - 75,
 климат умеренный или тропический, способ охлаждения IC0141 по ГОСТ
 20459, соотношения моментов (приблизленно): $M_{пуск}/M_{ном}=2.2$,
 $M_{макс}/M_{ном}=2.2$, $M_{мин}/M_{ном}=1.8$, климатическое исполнение УХЛ4 по ГОСТ
 15150 - 83.

Получаемая частота вращения вала рабочего органа при использовании выбранного электродвигателя:

$$n_{в-в} = n_{эл}/(u_{кр} * u_{зп}) =$$

Относительная разница в скоростях выходного вала составит:

$$\Delta = \frac{(n_{г-г}^{теб} - n_{г-г})}{n_{г-г}^{теб}} * 100\% = \quad (5)$$

1.5 Определение частот вращения и вращающих моментов на валах [1], [2], [3]

Частота вращения, мощность и вращающий момент вала электродвигателя:

$$n_{эл1} =$$

$$\omega_{эл1} = \pi * n / 30 = \quad (6)$$

$$P_{эл} =$$

$$M_{эл1} = P_{эл} / \omega_{эл1} = \quad (7)$$

Частота вращения, мощность и вращающий момент быстрого вала редуктора:

$$n_2 = n_{эл} / u_{кр} =$$

$$\omega_2 = \pi * n / 30 =$$

$$M_2 = P_{эл} * \eta_{кр} * \eta_{п/п} / \omega_2 =$$

Частота вращения, мощность и вращающий момент вала рабочего органа:

$$n_3 = n_2 / u_{зп} =$$

$$\omega_3 = \pi * n / 30 =$$

$$M_3 = P_{эл} * \eta_{кр} * \eta_{зп} * \eta_{п/п}^2 / \omega_3 =$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мархель, И. И. Детали машин: учебник / И.И. Мархель. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА- М, 2008. – 336 с.
2. Олофинская, В. П. Детали машин: Краткий курс и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Олофинская. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва: ФОРУМ, 2009. – 207 с.
3. Хруничев, Т. В. Детали машин: Типовые расчеты на прочность: учебное пособие / Т.В. Хруничев. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2007. – 224 с.: ил.
4. Шейнблит, А. Е. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие / А.Е. Шейнблит. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Калининград: Янтарный сказ, 2004. – 455 с.
5. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие / [С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин [и др.]]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2014.-412, [1]с.;ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица - электродвигатели асинхронные серии 4А, закрытые обдуваемые (по ГОСТ 19523-81)

Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, об/мин											
	3000			1500			1000			750		
	Типо-размер	S, %	$\frac{T_n}{T_H}$	Типо-размер	S, %	$\frac{T_n}{T_H}$	Типо-размер	S, %	$\frac{T_n}{T_H}$	Типо-размер	S, %	$\frac{T_n}{T_H}$
0,55	63B2	8,5	2,0	71A4	7,3	2,0	71B6	10	2,0	80B2	9	1,6
0,75	71A2	5,9		71B4	7,5		80A6	8,4		90LA8	8,4	
1,1	71B2	6,3		80A4	5,4		80B6	8,0		90LB8	7,0	
1,5	80A2	4,2		80B4	5,8		90L6	6,4		100L8	7,0	
2,2	80B2	4,3		90L4	5,1		100L6	5,1		112MA8	6,0	1,8
3,0	90L2	4,3		100S4	4,4		112MA6	4,7		112M8	5,8	
4,0	100S2	3,3		100L4	4,7		112MB6	5,1		132S8	4,1	
5,5	100L2	3,4		112M4	3,7		132S2	3,3		132M8	4,1	
7,5	112M2	2,5	1,6	132S4	3,0	1,4	132M6	3,2	1,2	160S8	2,5	1,4
11,0	132M2	2,3		132M4	2,8		160S6	2,7		160M8	2,5	
15	160S2	2,1		160S4	2,3		160M6	2,6		180M8	2,5	1,2
18,5	160M2	2,1	1,4	160M4	2,2	1,4	180M6	2,7	1,2	200M8	2,3	
22	180S2	2,0		180S4	2,0		200M6	2,8		200L8	2,7	
30	180M2	1,9		180M4	1,9		200L6	2,1		225M8	1,8	
37	200M2	1,9		200M4	1,7		225M6	1,8		250S8	1,5	
45	200L2	1,8		200LA	1,6		250S6	1,4		250M8	1,4	
55	225M2	1,8	1,2	225M4	1,4	1,2	250M6	1,3	1,0	280S8	2,2	
75	250S2	1,4		250S4	1,2		280S6	2,0		280M8	2,2	
90	250M2	1,4		250M4	1,3		280M6	2,0		315S8	2,0	
110	280S2	2,0		280S4	2,3		315S6	2,0		315M8	2,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕР ЭНЕРГОКИНЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ПРИВОДА

Выбор электродвигателя

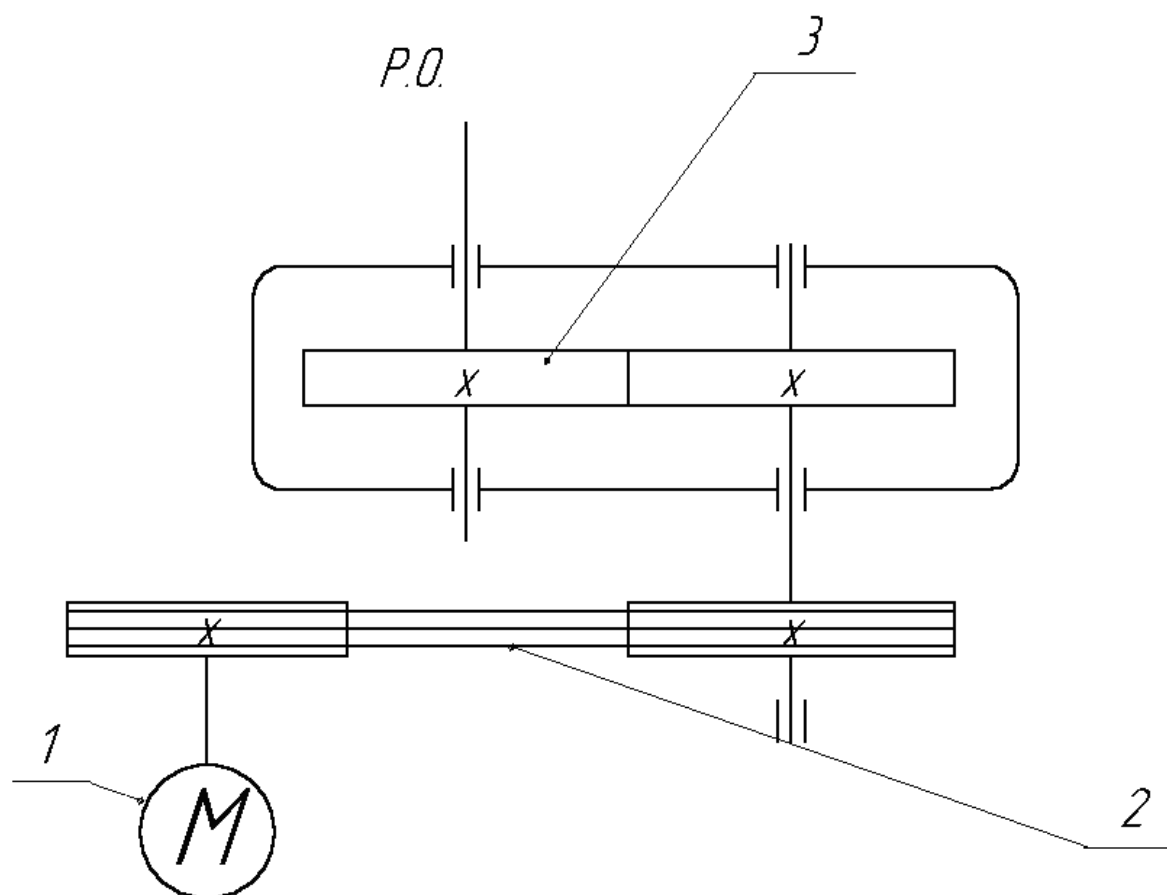


Рис. 1- Кинематическая схема привода:

1 –электродвигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – зубчатая передача.

1 Определение общего коэффициента полезного действия привода [1], [4]
Общий к.п.д. привода определяется по формуле:

$$\eta_0 = \eta_{кр} * \eta_{зп} * \eta_{п/к}^2 \quad (1)$$

где η_0 – общий к.п.д. привода;

$\eta_{кр}$ – к.п.д. ременной передачи;

$\eta_{зп}$ – к.п.д. зубчатой передачи;

$\eta_{п/к}$ – к.п.д. пары подшипников качения.

Принимаем средние значения К.П.Д. из известного диапазона.

$\eta_{кр}$ – принимаем: 0,95;

$\eta_{зп}$ – принимаем : 0,96;

$\eta_{п/к}$ – принимаем: 0,99.

Общий расчетный К.П.Д. привода составит: $\eta_0=0.894$.

2 Определение мощности электродвигателя [2], [3]

Требуемая мощность равняется:

$$P_{дв} = P_{тр} / \eta_0, \text{ кВт}, \quad (2)$$

где η_0 – КПД привода, равный произведению КПД отдельных звеньев кинематической цепи.

$$P_{дв} = 2.0 / 0.894 = 2.2 \text{ кВт},$$

3 Определение требуемой частоты вращения вала электродвигателя [1], [4]

Зная номинальные значения частот вращения валов электродвигателей, различных марок, и значение частоты вращения выходного вала, определим возможные значения общего передаточного отношения привода.

$$\begin{aligned}n_{\text{дв}} &= n_{\text{пр}} \cdot u_0, \text{ об/мин}; \\ u_0 &= n_{\text{эл}}/n_{\text{вых}}\end{aligned}\quad (3)$$

3.1 Разбивка общего передаточного число привода по ступеням

Общее передаточное отношение:

$$u_0 = u_{\text{кр}} \cdot u_{\text{з}} \quad (4)$$

где $u_{\text{кр}}$ – передаточное отношение клиноременной передачи (1.5 – 5);

$u_{\text{зп}}$ – передаточное отношение зубчатой передачи (3 – 6).

Принимаем:

$$u_{\text{кр}} = 2,9$$

$$u_{\text{зп}} = 4,5$$

Затем, см. таблицу [1], выбираем электродвигатель марки с техническими характеристиками:

$P = 2,2 \text{ кВт}$, $n_{\text{дв}} = 2871 \text{ об/мин}$; $n_{\text{дв(синх)}} = 3000 \text{ об/мин}$; К.П.Д. = ;
 $d_{\text{вала}} = 22 \text{ мм}$; Масса кг; степени защиты IP44(AИР) по ГОСТ 17494 - 75,
климат умеренный или тропический, способ охлаждения IC0141 по ГОСТ 20459,
соотношения моментов (приближенно): $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}=2.2$,
 $M_{\text{макс}}/M_{\text{ном}}=2.2$, $M_{\text{мин}}/M_{\text{ном}}=1.8$, климатическое исполнение УХЛ4 по ГОСТ 15150 - 83.

4 Определение частот вращения и вращающих моментов на валах [1], [2], [3]

4.1 Частота вращения, мощность и вращающий момент вала электродвигателя:

$$n_{\text{эл1}} = 2871 \text{ об/мин};$$

$$\omega_{эл1} = \pi \cdot n / 30 = 300,5 \text{ рад/с} \quad (5)$$

$$P_{эл} = 2,2 \text{ кВт};$$

$$M_{эл1} = P_{эл} / \omega_{эл1} = 7,32 \text{ Н*м} \quad (6)$$

4.2 Частота вращения, мощность и вращающий момент быстроходного вала редуктора:

$$n_2 = n_{эл} / u_{кр} = 990 \text{ об/мин}$$

$$\omega_2 = \pi \cdot n / 30 = 103,625 \text{ рад/с}$$

$$M_2 = P_{эл} \cdot \eta_{кр} \cdot \eta_{п/п} / \omega_2 = 19,97 \text{ Н*м}$$

4.3 Частота вращения, мощность и вращающий момент вала рабочего органа:

$$n_3 = n_2 / u_{зп} = 220 \text{ об/мин};$$

$$\omega_3 = \pi \cdot n / 30 = 23 \text{ рад/с}$$

$$M_3 = P_{эл} \cdot \eta_{кр} \cdot \eta_{зп} \cdot \eta_{п/п}^2 / \omega_3 = 85,5 \text{ Н*м}$$