

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ

**Методические указания
к выполнению курсовой работы по дисциплине
"Теория электропривода"**

Краматорск 2004

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсовой работы по дисциплине
"Теория электропривода"
(для студентов электромеханических специальностей)

Утверждено на заседании
кафедры электромеханических
систем автоматизации

Протокол № 4 от 18.02.04 г.

УДК 378.621.3.002.5:621.86

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Теория электропривода" для студентов электромеханических специальностей.
/ Сост. А.И.Панкратов, О.В.Субботин. – Краматорск: ДГМА, 2004. – 53 с.

Приводится методика проектирования тиристорных электроприводов с разомкнутой системой автоматического регулирования, включающая рекомендации по выбору комплектных тиристорных преобразователей и согласующих трансформаторов, методики расчета статических электромеханических характеристик и переходных процессов тиристорных электроприводов. Даются примеры расчетов переходных процессов в среде MatLab 6.5 Simulink.

Составители:

А.И.Панкратов, доцент

О.В.Субботин, ст. преподаватель

Ответственный за выпуск А.И.Панкратов

СОДЕРЖАНИЕ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
Требования, предъявляемые к оформлению расчетно–пояснительной записки	4
Требования, предъявляемые к графической части.....	5
Содержание расчетно-пояснительной части.....	6
Содержание графической части.....	7
Варианты заданий для проектирования РЭП.....	7
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	8
Введение.....	
1 РАСЧЕТ И ВЫБОР ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ КОМПЛЕКТНОГО ТИРИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ.....	16
1.1 Расчет и выбор силового трансформатора.....	23
1.2 Расчет и выбор тиристорных для силовых вентильных блоков комплектных ТП..	24
1.3 Определение параметров якорной цепи электропривода.....	25
1.4 Построение статических характеристик тиристорного преобразователя.....	28
1.5 Выбор и краткое описание комплектного тиристорного преобразователя.....	30
2 ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С РАЗОМКНУТОЙ СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	31
2.1 Электромеханические характеристики привода при питании от сети постоянного тока бесконечной мощности.....	31
2.2 Электромеханические характеристики привода при питании от ТП.....	34
3 СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМЫ ТИРИСТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....	36
3.1 Функциональная схема тиристорного электропривода с разомкнутой САР.....	36
3.2 Структурная схема тиристорного электропривода с разомкнутой САР.....	37
3.3 Передаточные функции элементов электропривода.....	37
3.4 Определение необходимых коэффициентов передачи элементов электропривода с разомкнутой САР.....	38
3.5 Определение параметров задатчика интенсивности.....	39
4 ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ.....	41
ВЫВОДЫ.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	46
ЛИТЕРАТУРА.....	47

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Требования, предъявляемые к оформлению расчетно–пояснительной записки

Текст записки пишется чернилами или шариковой ручкой фиолетового или синего цвета на одной стороне листа бумаги формата 210 x 297 мм с полями 25 - 30 мм слева и 10-15 мм справа. Все расчеты выполняются в системе СИ. Иллюстративные материалы, схем, таблицы должны иметь подписи, нумерацию в пределах раздела и выполняться с соблюдением требований ГОСТ 2.105-95 и ЕСКД.

Расчетные формулы вначале записываются в буквенных выражениях, затем делается расшифровка каждого буквенного обозначения, если оно вводится впервые, и приводится единица величины, после чего производятся вычисления с указанием единиц полученного результата. Если по одной и той же формуле производятся несколько вычислений, достаточно продемонстрировать одно вычисление, а результаты остальных расчетов свести в таблицу. Все расчеты необходимо сопровождать краткими пояснениями.

Построенные характеристики, графики, кривые переходных процессов нужно размещать в тех местах, где производятся вычисления их параметров.

Каждый раздел расчетно-пояснительной записки должен нумероваться и выделяться прописными буквами.

Рекомендуется следующий порядок расположения материала в записке: титульный лист (приложение А), оглавление, реферат, введение, задание с исходными данными и т.д по содержанию (п.2).

На первой странице записки размещается штамп, форма и размеры которого приведены в приложении А.

Перечень литературы приводится в конце записки. Готовая записка переплетается в обложке из плотной бумаги. Лицевая сторона подписывается

тушью чертежным шрифтом по установленному образцу (приложение Б).

Изображаемые чертежи, схемы, графики должны выполняться в строгом соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД.

Требования, предъявляемые к графической части

Графики регулировочных характеристик, переходных процессов должны выполняться с нанесенной масштабной сетки. Размеры графиков определяются пропорционально общей площади листа. Каждый лист должен иметь штамп.

СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Содержание расчетно-пояснительной записки определяется заданием и предусматривает наличие следующих разделов:

Реферат.

Введение.

Задание на проектирования тиристорного электропривода (ТЭП).

1 Расчет и выбор источника питания для ЭП на базе комплектного тиристорного преобразователя (ТП).

1.1 Выбор силового трансформатора.

1.2 Выбор тиристорov для силовых вентильных блоков комплектного тиристорного преобразователя.

1.3 Определение параметров якорной цепи электропривода.

1.4 Статические характеристики тиристорного преобразователя.

1.5 Выбор и краткое описание комплектного тиристорного преобразователя.

Выводы.

2 Электромеханические характеристики электропривода с разомкнутой системой автоматического регулирования (САР).

2.1 Электромеханические характеристики привода при питании от сети постоянного тока.

2.2 Электромеханические характеристики привода при питании от ТП.

Выводы.

3 Структурная и функциональная схемы тиристорного электропривода с разомкнутой САР

3.1 Функциональная схема тиристорного электропривода.

3.2 Структурная схема тиристорного электропривода.

3.3 Передаточные функции элементов электропривода.

3.4 Определение необходимых коэффициентов передачи элементов электропривода с разомкнутой САР.

3.5 Определение параметров задатчика интенсивности.

Выводы.

4 Электромеханические переходные процессы в электроприводе.

Выводы.

Заключение.

Литература.

Приложения.

СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть курсовой работы состоит из трех демонстрационных листов формата А3.

Лист 1 - Статические характеристики РЭП

Этот лист включает следующие данные:

- 1 Кинематическую схему РЭП.
- 2 Графики статических характеристик ТП: ($E_d(\alpha)$, $U_d(\alpha)$, $\alpha(u_y)$, $U_d(u_y)$).
- 3 Графики статических электромеханических характеристик электропривода.

Лист 2 - Схема РЭП

Этот лист включает следующие данные:

- 1 Функциональную и структурную схемы РЭП.
- 2 Принципиальную электрическую схему комплектного тиристорного электропривода с разомкнутой САР.

Лист 3 – Динамические характеристики РЭП

Этот лист включает следующие данные:

1 Графики электромеханических переходных процессов в электроприводе $\omega(t)$ и $i(t)$ при прямом пуске.

2 Графики электромеханических переходных процессов в электроприводе $\omega(t)$ и $i(t)$ при пуске с задатчиком интенсивности.

3 Графики электромеханических переходных процессов в электроприводе $\omega(t)$ и $i(t)$ при набросе нагрузки.

4 Графики электромеханических переходных процессов в электроприводе $\omega(t)$ и $i(t)$ при сбросе нагрузки.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭП

Варианты заданий для проектирования РЭП приведены в таблице 1.

Исходные данные следует дополнить по техническими характеристиками электродвигателей, приведенными в приложении Б.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Введение [25]

При выполнении этого раздела необходимо описать технологию работы заданного узла станка [5.7] и конкретизировать требования к автоматизированному электроприводе, произвести обзор существующих систем электроприводов и выбрать наиболее оптимальный.

В зависимости от назначения различают приводы главного движения, подачи и вспомогательные приводы.

Главный привод обеспечивает непосредственно процесс резания (рис. 1). Приводы подачи осуществляют перемещение заготовки или режущего инструмента в зоне резания (рис. 2).

Вспомогательные приводы обеспечивают вспомогательные перемещения заготовок, деталей, режущего инструмента, вращение

инструментальных механизмов, поворотных и наклонных столов, движение палет, тележек, перегружателей, подачу СОЖ и смазки, вентиляцию и тд.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования РЭП

Вариант	Данные электродвигателей				Приведенный момент инерции механизма $J_{\Sigma}, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	Схема соединения ТП	Диапазон регулирования D	Допустимое ускорение $\varepsilon, \text{рад}/\text{с}^2$
	Тип двигателя (Приложение Б)	Номинальная мощность $P_n, \text{кВт}$	Номинальное напряжение $U_n, \text{В}$	Номинальная частота вращения $n_n, \text{об}/\text{мин}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2ПН-180М	12,0	220	3350	1,5J	4 ж	800	150
2	2ПН-180М	12	440	3000	2,5J	4 з	700	200
3	2ПН-180L	4,2	220	750	1,5J	4 е	300	100
4	2ПН-180L	5,6	220	1000	3,5J	4 е	700	250
5	2ПН-180L	8,5	220	1600	3,5J	4 ж	800	230
6	2ПН-200М	11	220	2200	2,5J	4 з	900	800
7	2ПН-200М	13	220	1120	3,5J	4 ж	300	110
8	2ПН-200М	2,2	220	1500	1,5J	4 ж	400	140
9	2ПН-200L	11	220	800	2,5J	4 з	600	900
10	2ПН-200L	6	220	800	3,5J	4 е	400	800
11	2ПН-225М	7,5	220	500	1,5J	4 в	600	590
12	2ПН-225L	1,1	220	600	2,5J	4 е	250	600
13	2ПН-225М	15	220	750	3,5J	4 е	900	770
14	2ПН-225М	2,2	220	1000	1,5J	4 ж	410	120
15	2ПН-100L	0,42	220	750	2,5J	4 з	180	900
16	2ПН-100L	0,63	220	1060	3,5J	4 е	700	100
17	2ПН-100L	1,1	220	1500	1,5J	4 ж	500	160
18	2ПН-100L	1,7	220	2200	2,5J	4 в	300	250
19	2ПН-100L	2,2	220	3150	3,5J	4 б	400	300
20	2ПН-112М	0,6	220	800	1,5J	4 е	400	800
21	2ПН-112М	0,85	220	950	2,5J	4 з	500	900
22	2ПН-112М	1,5	220	1500	3,5J	4 а	450	150
23	2ПН-112М	2,5	220	2200	1,5J	4 д	500	300
24	2ПН-112М	3,6	220	3000	2,5J	4 ж	550	400
25	2ПН-112L	0,8	220	750	3,5J	4 з	450	120
26	2ПН-112L	1,25	220	1000	1,5J	4 з	560	200
27	2ПН-112L	2,2	220	1500	1,5J	4 ж	500	350
28	2ПН-112L	3,4	220	2240	2,5J	4 з	560	340
29	2ПН-112L	5,3	220	3000	3,5J	4 ж	480	400
30	2ПН-132М	1,6	220	750	1,5J	4 б	400	300
31	2ПН-132М	2,5	220	1000	2,5J	4 г	380	800
32	2ПН-132М	4	220	1500	3,5J	4 в	400	140
33	2ПН-132М	7	220	2240	1,5J	4 г	600	250
34	2ПН-132М	10,5	220	3000	2,5J	4 ж	800	300

В соответствии с назначением к каждому приводу предъявляются различные

конкретные требования.

Главный привод (рис. 3) должен регулироваться при постоянной мощности ($P = \text{const}$), так как силовое резание выполняется при меньших частотах вращения шпинделя, а чистовая обработка с меньшими усилиями резания - при высоких частотах. Анализ технологических режимов станков различных групп показывает, что диапазон регулирования частот вращения шпинделя не превышает $D = 100$. При наличии режима ориентации шпинделя диапазон расширяется до $D > 1000$. Однако требуемая мощность привода при ориентации незначительна и существенно меньше мощности резания. В механизмах главного движения (даже там, где применяются регулируемые электроприводы) в большинстве станки имеют двух-, трехступенчатые коробки скоростей.

Привод подач должен регулироваться при постоянном моменте ($M = \text{const}$). В механизмах подач основное усилие затрачивается на преодоление сил трения при перемещении узла станка. Приводы подач должны обеспечивать сверхширокий диапазон регулирования $D > 10000$, так как в станках с ЧПУ минимальная подача определяется дискретностью управления и обратной связи. Только при отработке приводом каждой дискреты могут быть обеспечены высокая точность и малая шероховатость при обработке. Кроме того, приводы подач должны иметь высокие скорости быстрого хода и высокое быстродействие при разгоне - торможении и при сбросе - набросе нагрузки.

Вспомогательные приводы не участвуют в процессе резания. В этих приводах не требуется широкого диапазона регулирования ($D < 10$), не всегда должно достигаться высокое быстродействие, часто необходимы плавный разгон и торможение.

В поворотных устройствах (магазинах, столах) с большим собственным моментом инерции и невысоким передаточным отношением, когда приведенный к валу двигателя момент инерции механизма значительно превышает собственный момент инерции двигателя, основное усилие затрачивается в переходных режимах на разгон и торможение маховых масс. При установившемся движении нагрузка на привод близка к холостому ходу.

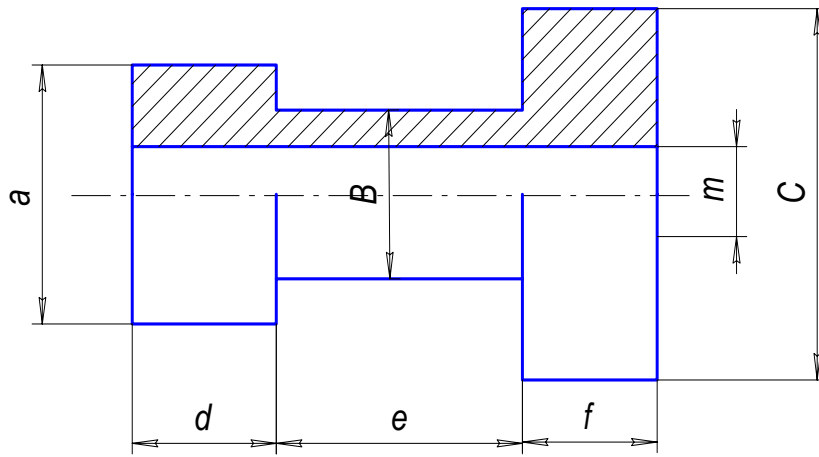
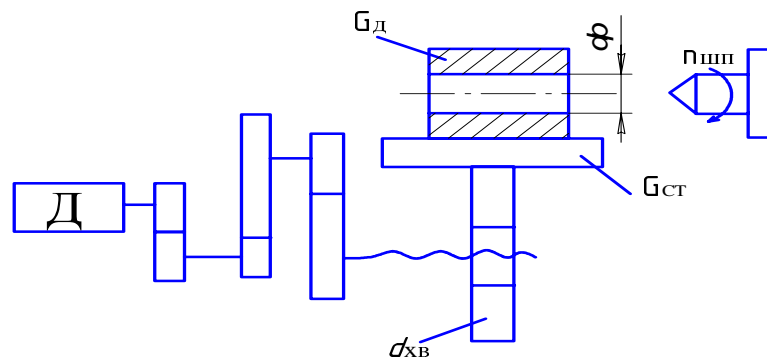


Рисунок 1 – Эскиз обрабатываемой детали



Д - электродвигатель, $d_{х.в.}$ - диаметр ходового винта, G_d - вес детали, $G_{ст}$ - вес стола, v_n - скорость подачи, D_p - диаметр растачиваемого отверстия, $n_{шп}$ - частота вращения шпинделя.

Рисунок 2 – Кинематическая схема СЭП механизма подачи токарного станка

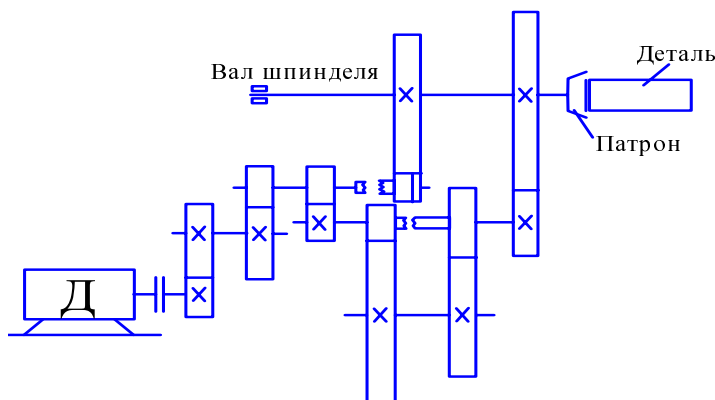


Рисунок 3 – Кинематическая схема РЭП механизма главного движения токарного станка

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зимин Е.Н., Яковлев В.И. Автоматическое управление ЭП. -М: Высш.шк., 1979. - 317 с.
- 2 Анхимюк В. Л., Опейко О.Ф. Проектирование САУ ЭП. - М.: Высш. шк., 1986. – 442 с.
- 3 Коцегуб П.Х. Синтез вентильных приводов постоянного тока. - Донецк: ДПИ, 1983. - 180 с.
- 4 Башарин А.В., Голубев Ф.Н., Келлерман В.Г. Примеры расчетов автоматизированного электропривода. - Л.: Энергия 1972. - 440 с.
- 5 Шапарев Н.К. Автоматизация типовых технологических процессов металлообработки. - Киев; Одесса: Вища шк., 1984, - 312 с.
- 6 Михайлов О.П. Динамика электромеханического привода металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1989. - 230 с.
- 7 Лебедев А.М., Орлова Р.Т., Пальцев А.В, Следящие электроприводы станков с ЧПУ. - М.; Энергоатомиздат, 1988. -185 с.
- 8 Справочник по преобразовательной технике /Под ред. И.М Чиженко. - Киев: Техника, 1978.- 370 с.
- 9 Справочник по проектированию силовых и осветительных установок / Под ред. Я.М. Большама и др. - М.: Металлургия, 1974. - 727: с.
- 10 В помощь радиолюбителю : Сборник. - Вып. 110/ Сост. И.Н. Алексеева.-М.: Патриот, 1991, - 62 с.
- 11 Проектирование систем автоматического управления электроприводами: Учеб. пособие для вузов. - Минск: Высшей.шк. 1986.
- 12 Справочное пособие по теории систем автоматического регулирования и управления /Под общ.ред. Е.А. Санковского. - Минск: Высшейш.шк., 1973. - 584 с.
- 13 Шварцбург Л.Э. Информационно-измерительные системы приводов металлорежущих станков. - М.: Станки, 1991. - 181 с.
- 14 В помощь радиолюбителю: Сборник. - Вып. 109/ Сост. И.Н. Алексеева. - М.: Патриот, 1991.-80 с.
- 15 Справочник по электроизмерительной технике. - М.: Энергия, 1986. - 440 с.

- 16 Справочник по автоматизированному электроприводу /Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. - М.: Энергия, 1983. - 616 с.
- 17 Электротехнический справочник /Под ред. П.Г. Груднинского и др. - М.: Энергия, 1972. - Т.2, кн.2. - 815 с.
- 18 Тихомиров В.М. Микропроцессорное управление электроприводами станков с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1980, -350 с.
- 19 Острем К., Витенмарк Б. Системы управления с ЭВМ. -М.: Мир, 1987, -250 с.
- 20 Файнштейн В.Г., Файнштейн Э.Г. Микропроцессорные системы управления тиристорными электроприводами. -М.: Машиностроение, 1986. -78с.
- 21 Чебовский О.Г. и др. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник. - М.: Энергия, 1975. - 211 с.
- 22 Справочник по преобразовательной технике / Под ред. И.М.Чиженко. -М.: Энергия, 1980. - 250 с.
- 23 Комплектные тиристорные электроприводы: К63 Справочник / И.Х. Евзеров, С.А. Горобец, Б.И. Мошкович и др. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.
- 24 Чиликин Н.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 576 с.
- 26 Методические указания к выполнению курсового проекта «Автоматизированный электропривод» для студентов специальности 7.092501 / Сост. И.М.Сагайда. – Краматорск: ДГМА, 2001. – 112 с.
- 26 Панкратов А.И. Выбор электроприводов подъемно-транспортных машин: Учеб. пособие по дисциплине «Теория электропривода» для студентов электромеханических специальностей. – Краматорск: ДГМА, 2001. – 212 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец титульного листа и штампа

А.1 Титульный лист пояснительной записки курсового проекта

Министерство образования и науки Украины

ДГМА

Кафедра ЭСА

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине

"Теория электропривода"

Вариант №

Выполнил:

ст. гр.

Ф.И.О.

Проверил:

Ф.И.О.

Краматорск 2002

А.2 Образец штампа пояснительной записки [23]

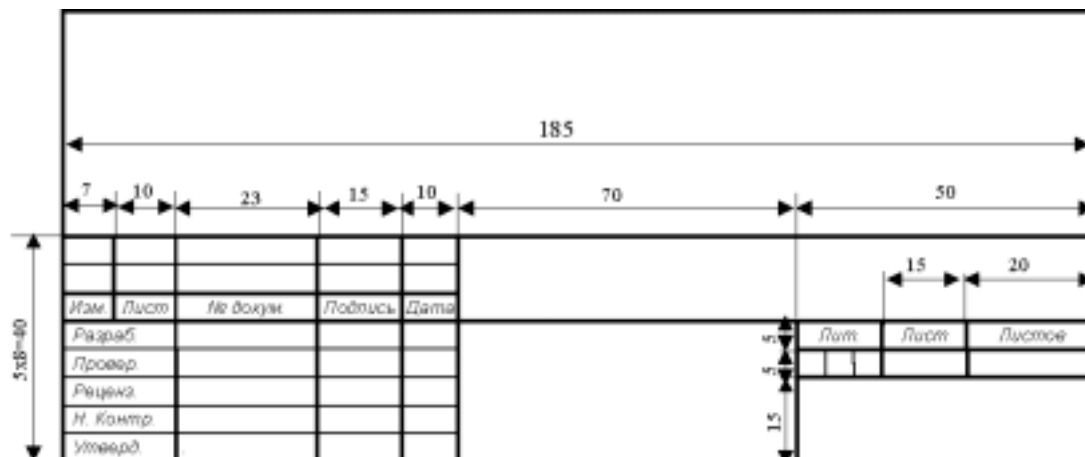


Рисунок А1 – Основная надпись для текстовых документов по форме 2

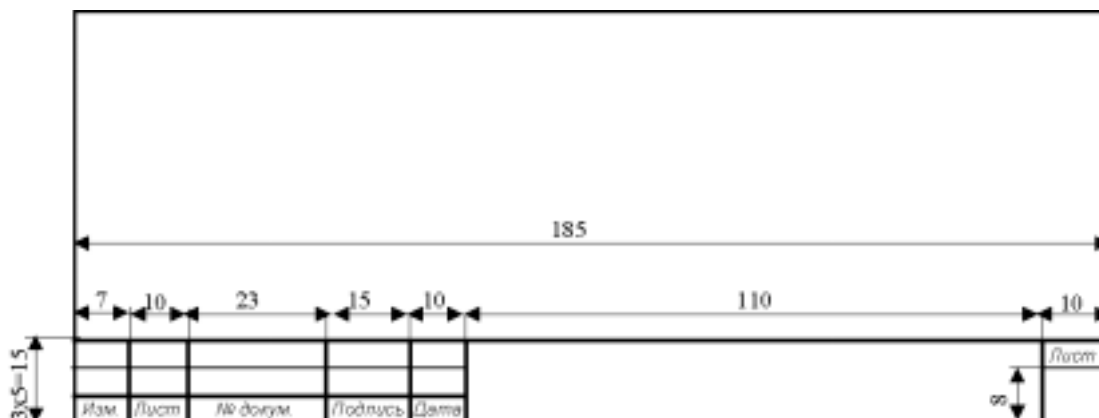


Рисунок А2 – Основная надпись для текстовых документов, чертежей и схем по форме А2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное). Технические характеристики электродвигателей постоянного тока типа 2ПН [16]

Тип электродвигателя	Номинальные			Частота вращения, об/мин		КПД, %	Максимальная мощность возбуждения, Вт	Сопротивление при 15° С, Ом		Момент инерции ротора, кг м ²	
	Мощность, кВт	Напряжение якоря, В	Сила тока якоря, А	номинальная	максимальная			якоря	дополнительных полюсов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2ПН-180М	15,0	220	76,50	1500	4000	85,5	660	0,084	0,056	0,2	
		440	38,1	1500	3500	86,0		0,338	0,221		
	26,0	220	130,0	2240	3500	88,0	745	0,038	0,025		
	440	64,5	2240	3500	88,5			0,15	0,092		
	37,0	220	185,0	3000	3500	89,0		0,022	0,015		
	440	91,8	3150	3500	89,5			0,084	0,056		
2ПН-180Л	7,1	220	37,6	750	2500	80,0	580	0,26	0,183	0,229	
		440	18,7	750	1850	80,5			1,06		0,67
	10,0	220	52,5	1000	3000	83,5			0,168		0,11
		440	26,0	1000	2500	83,5		0,585	0,462		
	18,5	220	93,50	1500	3500	87,0		0,065	0,044		
	440	47,0	1600	3500	87,5		0,26	0,183			
	30,0	440	74,6	2200	3500	89,0	786	0,136	0,084		
	42,0	440	104,0	3000	3500	90,5		0,65	0,044		
2ПН-200М	8,5	220	44,5	800	2500	82,0	595	0,188	0,116	0,25	
		440	22,2	800	1850	82,0			0,796		0,506
	13,0	220	67,0	1120	3000	85,0		0,106	0,061		
		440	33,4	1000	2500	84,5		0,485	0,303		
	22,0	220	111,0	1500	1500	87,5	690	0,047	0,029		
	440	55,6	1500	3500	87,5		0,246	0,13			
	36,0	220	181,0	2200	3500	88,5	800	0,026	0,016		
	440	89,7	2200	3500	89,5			0,106	0,061		

	60,0	440	149,0	3150	3500	90,5	1045	0,047	0,029	
--	------	-----	-------	------	------	------	------	-------	-------	--

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2ПН-200L	11,0	220	57,0	800	2500	84,0	670	0,125	0,08	0,3
		440	28,3	750	1850	83,5		0,565	0,393	
	16,0	220	82,0	1000	3000	86,0	870	0,083	0,053	
		440	41,0	1000	2500	86,0		0,343	0,224	
	30,0	220	150,0	1500	3500	88,5		0,031	0,02	
	440	74,5	1600	3500	89,5	0,185	0,08			
	53,0	440	131,0	2360	3500	90,5	1149	0,055	0,037	
	75,0	440	184,0	3150	3500	91,5		0,031	0,02	
2ПН-225M	7,5	220	40	500	1500	77,0	1000	0,09	0,087	0,525
	11	220	58	600	1800	79,0		0,13	0,098	
	15	220	80	750	2500	80,5		0,085	0,061	
	22	220	94	1000	2500	82,5		0,067	0,056	
2ПН-100L	0,42	220	2,75	750	1500	61,5	92	7,87	6,2	0,012
	0,63	220	3,88	1060	2000	67,0		4,92	3,52	
	1,10	220	6,81	1500	4300	74,0	124	2,2	1,57	
	1,70	220	9,29	2200	4000	78,0		1,17	0,853	
	2,20	220	11,80	3150	4000	81,0		0,52	0,51	
2ПН-112M	0,60	220	3,9	800	2500	60,5	157	5,07	4,5	0,014
		440	2,0	750	1850	59,0		23,6	19,8	
	0,85	220	5,3	950	3500	64,0	175	3,85	3,08	
		440	2,7	1060	2500	65,0		13,7	12,7	
	1,50	220	8,80	1500	4000	70,0	202	1,77	1,55	
	440	4,3	1600	3750	72,0		405	5,26		
	2,5	220	13,8	2200	4000	76,0	236	0,788	0,682	
		440	6,9	2360	4000	76,5		3,12	2,69	
	3,60	220	19,3	3000	4000	79,0	284	0,42	0,356	
		440	9,7	3000	4000	79,0		1,77	1,55	
2ПН-112L	0,80	220	5,06	750	2500	63,5	156	3,68	3,42	0,017
		440	2,52	750	1850	63,0		17,2	13,9	
	1,25	220	7,45	1000	3500	68,0	181	2,34	2,04	
		440	3,75	1000	2500	68,0		9,55	8,34	
	2,20	220	12,30	1500	4000	75,0	218	0,968	0,848	
	440	6,10	1600	3750	76,0		3,68	3,42		
	3,40	220	18,30	2240	4000	79,0	293	0,413	0,411	
		440	9,00	2240	4000	79,5		1,73	1,51	
	5,30	220	27,70	3000	4000	81,5	380	0,242	0,195	
		440	13,60	3000	4000	81,5		0,968	0,848	
2ПН-132M	1,60	220	9,40	750	2500	68,5	274	1,88	1,39	0,038
		440	4,70	750	1850	69,0		8,45	4,96	
	2,50	220	14,20	1000	3000	73,5	290	1,08	0,763	
		440	7,20	1000	2500	73,0		4,54	3,26	
	4,00	220	21,80	1500	4000	79,0		0,564	0,336	
	440	10,90	1500	3750	79,0		2,28	1,44		
	7,00	220	36,70	2240	4000	83,0	352	0,226	0,166	
		440	18,40	2240	4000	83,0		0,906	0,692	
	10,5	220	54,70	3000	4000	84,5	367	0,14	0,094	
		440	27,10	3000	4000	85,0		0,564	0,336	
2ПБ-180M	12,0	220	61,4	3350	3500	87,5	173	0,038	0,025	0,2
		440	30,2	3000	3500	88,5		0,181	0,122	
2ПБ-180L	4,2	220	22,2	750	2500	81,5	260	0,378	0,263	0,229
		440	11,0	750	1850	82,0		1,69	0,981	

	5,6	220 440	29,2 14,4	1000 1000	3000 2500	84,0 84,5		0,26 0,99	0,183 0,644	
--	-----	------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--	--------------	----------------	--

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
2ПБ-200L	6,0	220 440	31,7 15,7	800 800	2500 1850	84,5 84,5	248	0,22 0,925	0,15 0,652	0,3		
	8,0	220 440	40,6 20,4	950 1060	3000 2500	87,5 87,0		0,125 0,565	0,08 0,393			
	11,0	220 440	56,2 27,6	1500 1500	3500 3500	88,5 89,0		0,083 0,286	0,053 0,168			
	15,0	220 440	75,0 37,5	2360 2360	3500 3500	89,5 90,0		0,031 0,125	0,02 0,08			
2ПН-90M	0,17 0,25 0,37	220 229 220	1,32 1,71 2,44	750 1120 1500	1500 2000 4300	48,5 57,0 61,5	60	27,2 15,47 10,61	16,2 11,2 6,66	0,004		
	0,71 1,00	220 220	4,26 5,85	2360 3000	4000 4000	74,0 72,0	77 100	3,99 2,52	2,55 1,47			
	2ПН-90L	0,22 0,34	220 220	1,53 2,20	800 1000	1500 2000	54,5 60,0	66	17,5 12,2		13,13 7,96	0,005
		0,55 0,90 1,30	220 220 220	3,32 5,06 7,20	1500 2120 3150	4300 4000 4000	67,5 73,0 78,0	85 108	5,44 2,85 1,3		3,89 1,731 0,932	
2ПН-100M	0,37 0,50	220 220	2,50 3,10	750 1000	1500 2000	59,5 66,0	78	11,78 7,05	6,7 4,62	0,011		
	0,75 1,20	220 220	4,35 6,75	1500 2200	4300 4000	71,5 76,5	102	3,4 1,792	2,05 0,93			
	2,00	220	11,0	3000	4000	79,0	130	0,805	0,57			
	2ПН-132L	1,9	220 440	10,9 5,5	750 750	2500 1850	72,0 70,5	266	1,28 6,42		1,00 4,45	0,047
3,0		220 440	16,9 8,3	1000 1000	3000 2500	75,5 76,5	0,88 3,38		0,64 2,16			
5,5		220 440	30,40 14,6	1500 1600	4000 3750	80,5 81,5	363	0,322 1,28	0,27 1,00			
8,5		220 440	44,2 21,9	2200 2240	4000 4000	84,0 84,5	411	0,167 0,67	0,124 0,445			
14,0		220 440	72,1 35,9	3150 3150	4000 4000	86,0 86,5	482	0,08 0,322	0,066 0,27			
2ПН-160M	3,0	220 440	16,6 8,3	750 750	2500 1850	76,5 76,0	280	0,732 3,15	0,485 2,21	0,084		
	4,5	220 440	24,2 12,1	1000 950	3000 2500	79,5 79,0	340	0,411 1,78	0,304 1,44			
	7,5	220 440	39,20 19,4	1500 1500	4000 3750	83,0 84,0	448	0,183 0,732	0,135 0,485			
	13,0	220 440	66,5 33,0	2120 2360	4000 4000	85,5 86,5	596	0,081 0,279	0,056 0,175			
	18,0	220 440	92,0 45,5	3150 3150	4000 4000	87,0 87,5	690	0,037 0,145	0,024 0,101			
2ПН-160L	4,0	220 440	21,8 10,9	800 750	2500 1850	78,5 78,5	314	0,486 2,02	0,389 1,8	0,104		
	6,3	220 440	33,4 16,6	1000 1060	3000 2500	81,5 82,0	410	0,278 0,985	0,196 0,842			
	11,0	220 440	56,00 28,0	1500 1600	4000 3750	85,5 85,5	564	0,096 0,385	0,073 0,364			
	16,0	220 440	80,5 40,0	2360 2360	4000 4000	86,5 87,5	730	0,044 0,171	0,031 0,131			

	24,0	220 440	120,0 59,5	3150 3150	4000 4000	88,0 89,0		0,024 0,096	0,017 0,073	
--	------	------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--	----------------	----------------	--

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Справочные данные согласующих трансформаторов

Тип	Мощность S_H , кВт	Первичная обмотка		Вторичная обмотка		u_k %	$u_{ка}$ %	Потери в меди, P_k , Вт
		U_{1H} , В	Число витко в	U_{2H} , В	Число витко в			
ТТ – 6	6	380/220	177	208±7	84	4	не более 5	240
ТТ – 8	8	380/220	143	260±8	68	3,2	не более 5	250
ТТ – 11	11	380/220	126	460±12	60	3	не более 5	330
ТТ – 19	19	380/220	101	260±8	48	2,1	не более 5	400
ТТ – 14	14	380/220	118	208±7	56	2,8	не более 5	390
ТТ – 25	25	380/220	99	400±12	47	2,0	не более 5	500

