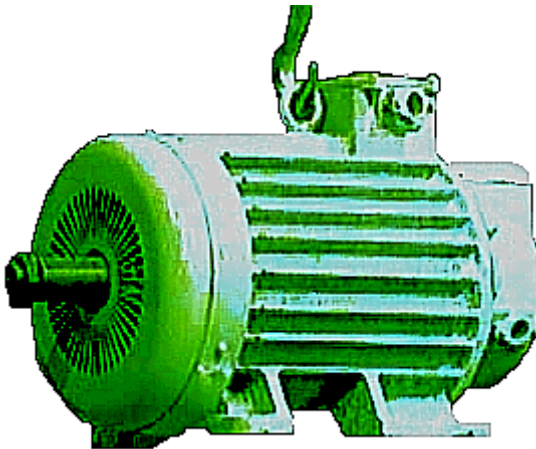


В.Д. Юхимчук

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Книга 1



Харьков 2006

Министерство образования и науки Украины

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»

В.Д. Юхимчук

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

В ДВУХ КНИГАХ

КНИГА 1

Харьков
Тимченко А.Н.
2006

УДК 621.313(075)

ББК 31.261

Ю 94

Рецензенты:

В.В. Кузьмин, д-р техн. наук, проф., зам. директора по науке ГП завод «Электротяжмаш» (г. Харьков);

В.Е. Ващенко, гл. технолог ГП завод «Электротяжмаш» (г. Харьков);

М.М. Бабаев, д-р техн. наук, академик ТАУ, УкрГАЗТ (г. Харьков);

А.И. Яковлев, д-р техн. наук, проф. НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» (г. Харьков).

Гриф присвоен Министерством образования и науки Украины, письмо № 14/18.2–2978 от 23.12.2005г.

Юхимчук В.Д.

Ю 94 Технология производства электрических машин: Уч. пос. / В 2-х кн.: Кн. 1. – Х.: Тимченко, 2006. – 543 с.: ил., табл.

ISBN 966-8661-05-2

ISBN 966-8661-06-0

В учебном пособии рассмотрены организация, технологическая подготовка и технологические процессы производства электрических машин. В первой книге изложены общие вопросы технологии электромашиностроения, получения заготовок, механической обработки деталей, штамповки, составления магнитопроводов, изготовления коллекторов и контактных колец.

Учебное пособие предназначено для студентов и преподавателей электромеханических и электромашиностроительных факультетов вузов, а также инженерно-технических работников электромашиностроительных и электроремонтных предприятий, электриков.

У навчальному посібнику розглянуто організацію, технологічну підготовку й технологічні процеси виробництва електричних машин. У першій книзі викладено загальні питання технології електромашинобудування, одержання заготовок, механічної обробки деталей, штампування, складання магнітопроводів, виготовлення колекторів та контактних кілець.

Навчальний посібник призначений для студентів і викладачів електромеханічних та електромашинобудівних факультетів вузів, а також інженерно-технічних працівників електромашинобудівних та електроремонтних підприємств, електриків.

Табл.: 52. Ил.: 280.

УДК 621.313(075)

ББК 31.261

ISBN 966-8661-05-2

ISBN 966-8661-06-0

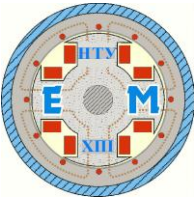
© В.Д. Юхимчук, 2006

© ЧП Тимченко А.Н., 2006

Посвящается



*120-ой годовщине основания
Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт»*



*и 85-ой годовщине создания
кафедры «Электрические машины»
НТУ «ХПИ»*

***«Электрические машины:
генераторы и двигатели –
это сердца и мышцы техносферы»***

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Введение.....	9
Глава 1. Общие вопросы технологии производства электрических машин	11
1.1. Особенности технологии электромашиностроения.....	11
1.2. Типы производства и методы работы	18
1.3. Структура электромашиностроительного предприятия.....	20
1.4. Основные положения ЕСКД.....	26
1.4.1. Общие положения	26
1.4.2. Виды изделий и комплектность конструкторских документов.....	28
1.4.3. Стадии разработки конструкторской документации	33
1.4.4. Обозначение изделий и конструкторских документов.....	33
1.5. Основные положения ЕСТД	42
1.5.1. Общие положения	42
1.5.2. Стадии разработки технологической документации	44
1.5.3. Технологические документы	44
1.5.4. Правила разработки технологических процессов	52
1.6. Стандартизация, нормализация и унификация	58
1.7. Проектирование средств технологического оснащения	74
1.8. Припуски, допуски и посадки.....	76
1.8.1. Припуски.....	76
1.8.2. Допуски и посадки	78
1.8.3. Допуски на отклонения формы, расположения и шероховатости поверхности.....	94
1.9. Базирование деталей.....	112
1.10. Чтение чертежей	116
1.10.1. Чтение чертежей деталей	116
1.10.2. Чтение сборочных чертежей	119
Контрольные вопросы	121
Глава 2. Материалы, применяемые в электромашиностроении	123
2.1. Общие сведения	123
2.2. Магнитные материалы	124
2.2.1. Основные параметры магнитных материалов	124
2.2.2. Тонколистовая электротехническая сталь	132

2.3. Проводниковые материалы.....	139
2.3.1. Свойства проводниковых материалов.....	139
2.3.2. Коллекторная медь.....	142
2.3.3. Щетки.....	143
2.4. Конструкционные материалы.....	152
Контрольные вопросы.....	179
Глава 3. Получение заготовок.....	180
3.1. Общие сведения.....	180
3.2. Получение заготовок методом литья.....	182
3.3. Заготовки из металлокерамики.....	200
3.4. Заготовки, получаемые обработкой металлов давлением.....	203
3.5. Сварные заготовки.....	210
3.6. Сварка станины машины постоянного тока.....	232
3.7. Сварка корпуса статора крупной электрической машины.....	235
3.8. Сварка валов с ребрами.....	237
Контрольные вопросы.....	239
Глава 4. Механическая обработка деталей.....	241
4.1. Общие сведения.....	241
4.2. Металлорежущие станки.....	243
4.3. Технологическая оснастка.....	272
4.4. Обработка валов.....	305
4.4.1. Классификация и технические требования к валам.....	305
4.4.2. Материалы и заготовки для валов.....	310
4.4.3. Основные операции обработки валов.....	313
4.5. Обработка станин, корпусов и подшипниковых щитов.....	322
4.5.1. Обработка станины машины постоянного тока.....	322
4.5.2. Обработка корпусов и статоров асинхронных двигателей... ..	324
4.5.3. Обработка корпусов на агрегатных станках.....	328
4.5.4. Обработка подшипниковых щитов.....	329
Контрольные вопросы.....	332
Глава 5. Технология штамповки.....	334
5.1. Общие сведения.....	334
5.2. Операции листовой штамповки.....	334
5.3. Основные элементы штампов.....	337
5.4. Штампы для листовой штамповки.....	338
5.5. Зазоры между матрицей и пуансоном.....	346
5.6. Исполнительные (рабочие) размеры пуансона и матрицы.....	351

5.7. Стойкость штампа.....	354
5.8. Особенности листовой штамповки неметаллических материалов.....	357
5.9. Выбор штампов и прессов	359
5.10. Оборудование, применяемое для штамповки листов сердечников	360
5.11. Технология автоматической штамповки на листоштамповочных установках	365
5.12. Технология штамповки листов полюсов	370
5.13. Технология штамповки сегментов крупных электрических машин.....	372
5.14. Раскрой электротехнической стали.....	376
5.15. Пример расчета участка для технологического процесса штамповки	385
5.15.1. Техническое задание	385
5.15.2. Выбор материала.....	385
5.15.3. Выбор типового технологического процесса	386
5.15.4. Выбор оборудования и оснастки	386
5.15.5. Планировка участка штамповки	390
Контрольные вопросы	391
Глава 6. Технология сборки сердечников магнитопроводов	392
6.1. Требования к магнитопроводам	392
6.2. Порядок технологических операций.....	396
6.3. Снятие заусенцев, лакировка, термообработка и оксидирование листов сердечников.....	397
6.4. Сборка сердечников статора и ротора на оправку.....	402
6.5. Сборка сердечника якоря (ротора) на вал.....	413
6.6. Сборка и крепление сердечника статора в корпус.....	422
6.7. Сборка и крепление сердечников статора из сегментов	425
6.7.1. Сборка и крепление сердечников статора на шпильках.....	425
6.7.2. Сборка и крепление сердечника статора на клиньях типа ласточкина хвоста	436
6.8. Сборка и крепление сердечника якоря (ротора) из сегментов.....	444
6.9. Сборка и крепление сердечников полюсов	451
6.9.1. Сборка и крепление полюсов машин постоянного тока	451
6.9.2. Сборка и крепление полюсов роторов синхронных машин..	458
Контрольные вопросы	467

Глава 7. Технология изготовления коллекторов и контактных колец.....	469
7.1. Конструкции коллекторов и требования, предъявляемые к ним	469
7.2. Технология изготовления коллекторных пластин	477
7.3. Технология изготовления коллекторных прокладок	489
7.4. Технология изготовления изоляционных манжет и цилиндров	492
7.5. Технология сборки и опрессовки цилиндра пластин	497
7.6. Технология расточки ласточкина хвоста.....	504
7.7. Технология общей сборки коллектора.....	506
7.8. Технология изготовления коллекторов на пластмассе.....	512
7.8.1. Классификация коллекторов на пластмассе	512
7.8.2. Технология изготовления коллектора с ручной сборкой пакета пластин.....	516
7.8.3. Технология изготовления коллектора на пластмассе с механизированной сборкой пакета пластин	519
7.8.4. Технология изготовления коллекторов для машин малой мощности	521
7.9. Технология изготовления контактных колец.....	534
7.9.1. Особенности конструкции контактных колец.....	534
7.9.2. Технология изготовления контактных колец способом холодной прессовки на втулку.....	536
7.9.3. Технология изготовления контактных колец способом горячей прессовки на втулку.....	539
7.9.4. Технология изготовления контактных колец на пластмассе.....	541
Контрольные вопросы	542

Навчальне видання

Юхимчук Володимир Данилович

Технология производства электрических машин

Книга 1

Учебное пособие в 2-х книгах

(російською мовою)

Відповідальний за видання: А.М. Тимченко

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку __.__.05р. Формат 60X84^{1/16}. Папір офсетний.

Гарнітура „Таймс”. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 32.00

Обл.-вид. арк. 35,42. Тираж 1000 прим. Замовлення _____.

Ціна договірна.

Приватний підприємець Тимченко Андрій Миколайович

61124, Україна, м. Харків-124, а/с 2249.

Тел./факс: (057) 771-08-63

Е-mail: tim_books@mail.ru

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції

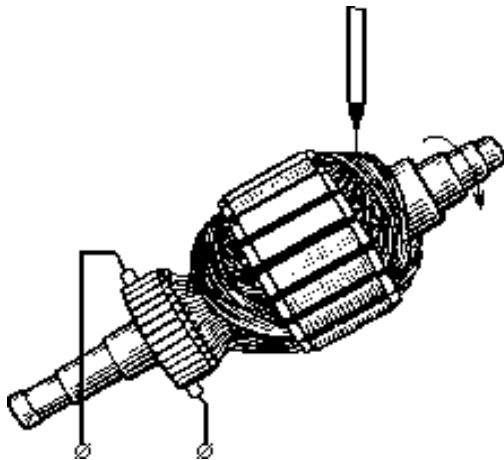
ДК 1850 від 21.06.04р.

Віддруковано відповідно до якості наданих діапозитивів у друкарні

В.Д. Юхимчук

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Книга 2



Харьков 2006

Министерство образования и науки Украины

Научно-методический центр высшего образования

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»

В.Д. Юхимчук

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

В ДВУХ КНИГАХ

КНИГА 2

Рекомендовано Министерством образования и науки
Украины в качестве учебного пособия для студентов
электротехнических факультетов вузов

Харьков
Тимченко А.Н.
2006

УДК 621.313(075)

ББК 31.261

Ю 94

Рецензенты:

В.В. Кузьмин, д-р техн. наук, проф., зам. директора по науке

ГП завод «Электротяжмаш» (г. Харьков);

В.Е. Ващенко, гл. технолог ГП завод «Электротяжмаш» (г. Харьков);

М.М. Бабаев, д-р техн. наук, академик ТАУ, УкрГАЖТ (г. Харьков);

А.И. Яковлев, д-р техн. наук, проф. НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

(г. Харьков).

Гриф присвоен Министерством образования и науки Украины, письмо № 14/18.2–2978 от 23.12.2005г.

Юхимчук В.Д.

Ю 94 Технология производства электрических машин: Уч. пос. / В 2-х кн.: Кн. 2. – Х.: Тимченко, 2006. – 579 с.: ил., табл.

ISBN 966-8661-05-2

ISBN 966-8661-06-0

В учебном пособии рассмотрены организация, технологическая подготовка и технологические процессы производства электрических машин. Во второй книге рассмотрены вопросы обмоточно-изоляционного производства, схемы обмоток, технологические процессы изготовления и укладки обмоток, пропитки и ее контроля. Изложены вопросы общей сборки и испытания электрических машин.

Учебное пособие предназначено для студентов и преподавателей электромеханических и электромашиностроительных факультетов вузов, а также инженерно-технических работников электромашиностроительных и электроремонтных предприятий, электриков.

У навчальному посібнику розглянуто організацію, технологічну підготовку й технологічні процеси виробництва електричних машин. У другій книзі розглянуто питання обмоточно-ізоляційного виробництва, схеми обмоток, технологічні процеси виготовлення і укладання обмоток, просочування та його контролю. Викладено питання загального складання й випробування електричних машин.

Навчальний посібник призначено для студентів і викладачів електромеханічних та електромашинобудівних факультетів вузів, а також інженерно-технічних працівників електромашинобудівних та електроремонтних підприємств, електриків.

Табл.: 59. Ил.: 286. Библиогр.: 37 назв.

УДК 621.313(075)

ББК 31.261

ISBN 966-8661-05-2

ISBN 966-8661-06-0

© В.Д. Юхимчук, 2006

© ЧП Тимченко А.Н., 2006

Посвящается



*120-ой годовщине основания
Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт»*



*и 85-ой годовщине создания
кафедры «Электрические машины»
НТУ «ХПИ»*

***«Электрические машины:
генераторы и двигатели –
это сердца и мышцы техносферы»***

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 8. Общие вопросы обмоточно-изоляционного производства.....	8
8.1. Требования к обмоточно-изоляционному производству	8
8.2. Виды и способы нанесения изоляции обмоток	11
8.3. Обмоточные провода.....	15
8.4. Медные шины и ленты	19
8.5. Установочные провода.....	20
8.6. Припой и флюсы.....	21
8.7. Электроизоляционные материалы	22
8.7.1. Требования к электроизоляционным материалам и их классификация.....	22
8.7.2. Волокнистые неорганические материалы	25
8.7.3. Слюдяные материалы	26
8.7.4. Синтетические пленки.....	29
8.7.5. Композиционные материалы	31
8.7.6. Лаки, эмали, компаунды, смолы.....	34
Контрольные вопросы.....	41
Глава 9. Схемы обмоток электрических машин.....	42
9.1. Требования к составлению схем обмоток машин переменного тока.....	42
9.2. Типы схем обмоток	44
9.3. Правила составления схем.....	47
9.4. Схемы однослойных трехфазных обмоток	49
9.5. Схемы двухслойных обмоток.....	52
9.6. Обмотки с дробным числом пазов на полюс и фазу	54
9.7. Синусные обмотки	58
9.8. Схемы обмоток многоскоростных асинхронных двигателей.....	64
9.9. Схемы обмоток одно- и двухфазных двигателей	69
9.10. Успокоительная (пусковая) обмотка явнополюсного ротора синхронной машины	78
9.11. Обмотки якорей коллекторных машин.....	80
9.12. Уравнительные соединения.....	90
9.13. Схемы соединений обмоток полюсов.....	93
9.14. Пример составления схемы обмотки	98
Контрольные вопросы.....	102
Глава 10. Технология изготовления обмоток из круглого провода.....	103
10.1. Конструкция изоляции выпных обмоток	103
10.2. Последовательность технологических операций при изготовлении выпных обмоток.....	105
10.3. Укладка обмоток ручным способом	113
10.4. Укладка однослойных и одно-двухслойных обмоток механизированным способом	122
10.5. Укладка обмоток на агрегатных станках	139
10.6. Укладка обмоток на автоматических линиях	141
10.7. Капсулирование обмотки статора.....	144
Контрольные вопросы	146
Глава 11. Технология изготовления шаблонных обмоток из прямоугольного провода.....	148
11.1. Конструктивные особенности шаблонных обмоток из прямоугольного провода	148
11.2. Изготовление обмоток для полукрытых пазов	149
11.3. Укладка обмоток в полукрытые пазы сердечников.....	157

11.4. Конструкции высоковольтных шаблонных обмоток	163
11.5. Изготовление высоковольтных катушек с непрерывной изоляцией	168
11.6. Изготовление высоковольтных катушек с гильзовой изоляцией	181
11.7. Испытания электрической прочности изоляции высоковольтных катушек.....	188
11.8. Укладка высоковольтных катушек	190
Контрольные вопросы	204
Глава 12. Технология изготовления стержневых обмоток.....	206
12.1. Конструктивные особенности стержневых обмоток	206
12.2. Изготовление стержней статоров турбогенераторов	214
12.3. Укладка стержневых обмоток в пазы статора турбогенератора .	228
12.4. Изготовление стержней роторов асинхронных двигателей	240
12.5. Укладка и соединение стержневых обмоток роторов асинхронных двигателей.....	246
Контрольные вопросы	251
Глава 13. Технология изготовления обмоток якорей.....	252
13.1. Изготовление обмоток якорей из круглого провода	252
13.2. Технология изготовления одновитковых катушек якоря	261
13.3. Технология изготовления многовитковых катушек якоря	270
13.4. Технология укладки обмоток якорей	272
13.5. Бандажирование обмоток	279
13.6. Пайка и сварка коллектора	284
13.7. Отделка якоря	287
Контрольные вопросы	291
Глава 14. Технология изготовления обмоток полюсов.....	293
14.1. Типы обмоток полюсов.....	293
14.2. Технология изготовления катушек полюсов из изолированного провода	299
14.3. Технология изготовления катушек полюсов из шинной меди, наматываемой плашмя	307
14.4. Технология изготовления катушек полюсов из шинной меди, наматываемой на ребро	310
14.5. Технология изготовления катушек полюсов гидрогенераторов .	314
14.6. Технология изготовления катушек компенсационной обмотки .	319
Контрольные вопросы	322
Глава 15. Технология пропитки и компаундирования обмоток	323
15.1. Классификация лаков и методы пропитки.....	323
15.2. Сушка обмоточного узла перед пропиткой	332
15.3. Пропитка погружением	334
15.4. Пропитка в вакууме и под давлением	343
15.5. Пропитка в вакууме.....	347
15.6. Пропитка струйным способом	349
15.7. Контроль качества пропитки.....	357
15.8. Выбор способа пропитки	360
Контрольные вопросы	362
Глава 16. Контроль и испытание обмоток	363
16.1. Виды контроля и испытания обмоток	363
16.2. Измерение активного сопротивления обмоток.....	366
16.3. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками.....	371
16.4. Испытание электрической прочности изоляции обмоток	374
16.5. Испытание междувитковой изоляции	379

16.6. Испытание обмоток якорей	382
16.7. Современные приборы контроля обмоток электрических машин.....	385
16.8. Автоматизация технологических процессов контроля обмоток .	391
Контрольные вопросы	393
Глава 17. Изготовление короткозамкнутых обмоток роторов	394
17.1. Типы короткозамкнутых обмоток и особенности технологии их изготовления	394
17.2. Технология заливки роторов под высоким давлением	405
17.3. Технология заливки роторов под низким давлением.....	408
17.4. Технология заливки роторов статическим способом.....	410
17.5. Технология заливки роторов вибрационным и центробежным способами	412
17.6. Технология изготовления обмотки из алюминиевых шин	413
17.7. Технология изготовления обмотки из медных и латунных стержней	415
Контрольные вопросы	423
Глава 18. Технология сборки электрических машин	424
18.1. Проектирование технологических процессов сборки.....	424
18.2. Сборка подвижных и неподвижных соединений	430
18.3. Вращающиеся соединения	445
18.4. Технология сборки короткозамкнутых роторов.....	467
18.4.1. Способы крепления сердечника на валу	467
18.4.2. Крепление сердечника на валу прессованием пластмассы	468
18.4.3. Крепление сердечника на валу заливкой алюминия	469
18.4.4. Крепление сердечника на валу обжимкой крайних листов.....	470
18.4.5. Крепление сердечника на валу посадкой с натягом.....	470
18.4.6. Крепление сердечника на валу шпонкой	475
18.5. Технология балансировки.....	476
18.6. Технология сборки машин переменного тока	495
18.6.1. Сборка сердечника и корпуса посадкой с натягом	495
18.6.2. Общая сборка машины переменного тока	497
18.7. Технология сборки машин постоянного тока	501
Контрольные вопросы	510
Глава 19. Испытания электрических машин.....	511
19.1. Общие сведения.....	511
19.2. Программа приемо-сдаточных испытаний	516
19.3. Нормы и методы контроля и испытаний	517
19.4. Испытательные станции и автоматизация процессов контроля .	529
19.5. Техника безопасности при испытании электрических машин	535
Контрольные вопросы	537
Глава 20. Отделка, консервация и упаковка электрических машин	538
20.1. Отделка деталей, узлов и собранных электрических машин	538
20.2. Консервация электрических машин	556
20.3. Упаковка электрических машин	559
Контрольные вопросы	563
Список литературы	565
Приложение А. Справочные данные по выбору обмоточных проводов, припоев и флюсов	568

Навчальне видання

Юхимчук Володимир Данилович

Технология производства электрических машин

Книга 2

Учебное пособие в 2-х книгах

(російською мовою)

Відповідальний за видання: А.М. Тимченко

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку __. __.05р. Формат 60X84¹/₁₆. Папір офсетний.

Гарнітура „Таймс”. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 34.00

Обл.-вид. арк. 37,42. Тираж 1000 прим. Замовлення _____.

Ціна договірна.

Приватний підприємець Тимченко Андрій Миколайович

61124, Україна, м. Харків-124, а/с 2249.

Тел./факс: (057) 771-08-63

E-mail: tim_books@mail.ru

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК 1850 від 21.06.04р.

Віддруковано відповідно до якості наданих діапозитивів у друкарні
