

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л.С. Удут, Н.В. Кояин, О.П. Мальцева

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

**Часть 4
Тиристорные преобразователи
для электроприводов постоянного тока**

Издание второе,
переработанное и дополненное

*Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 140604 – «Электропривод и автоматика
промышленных установок и технологических комплексов» направления
подготовки 140600 – «Электротехника, электромеханика
и электротехнологии»*

Издательство
Томского политехнического университета
Томск 2007

УДК 68-83-52

У31

Удут Л.С.

У31 Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 4. Тиристорные преобразователи для электроприводов постоянного тока: учебное пособие /Л.С. Удут, Н.В., Кояин, О.П. Мальцева. – Издание 2-е переработанное и дополненное. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 164 с.

В учебном пособии рассмотрены принципы построения, управления и особенности работы тиристорных преобразователей как силовых преобразователей для электроприводов постоянного тока, приведена методика инженерного выбора элементов и расчета параметров силовой цепи преобразователь – двигатель.

Пособие предназначено для студентов специальности 140604 – «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов».

УДК 68-83-52

Рекомендовано к печати Редакционно-издательского совета
Томского политехнического университета

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор
Томского университета систем управления и радиоэлектроники
В. А. Бейнарович

Кандидат технических наук, доцент
Северской государственной технологической академии
С. Н. Кладиев

© Томский политехнический университет, 2007

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2007

Список литературы

1. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник / И.Х. Евзеров, А.С. Горобец и др.; Под ред. В.М. Перельмутера. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с. (разделы 1, 2, 6, 8).
2. Иванов А.Г., Арзамасов В.Л. и др. Тиристорные электроприводы постоянного тока. Электротехника, – 2001. – №2. – С. 10 – 15.
3. ГОСТ 25778 – 83. Электроприводы подачи постоянного тока металлорежущих станков с числовым программным управлением. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 12 с.
4. ГОСТ 25777 – 83. Электроприводы главного движения постоянного тока для металлорежущих станков с числовым программным управлением. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 12 с.
5. ГОСТ 26061 – 85. Электроприводы постоянного и переменного тока с моментом от 0.035 до 47 Н·м для промышленных роботов. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.
6. Отраслевой каталог 08.30.05-92. Электроприводы КТЭ. – М.: Информэлектро, 1993. – 44 с.
7. Отраслевой каталог 05.40.01-01. Выпрямители серии ТПП1. – М.: Информэлектро, 2001. – 40 с.
8. Перельмутер В.М., Сидоренко В.А. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с. (гл. 1 – 3).
9. Шипило В.П. Автоматизированный вентильный электропривод. – М.: Энергия, 1969. – 400 с. (гл. 1 и 2).
10. Динамика вентильного электропривода постоянного тока / Под ред. А.Д. Поздеева. – М.: Энергия, 1975. – 224 с. (гл. 1).
11. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под ред. В.И. Круповича и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 416 с. (раздел 1, подразделы 1–27 ÷ 1–34).
12. Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий / Под ред. М.Г. Зименкова и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 480 с. (раздел 11, подразделы 11-1 ÷ 11-8).
13. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. – Л.: Энергоатомиздат, 1982. – 392 с. (подраздел 2.1).

14. Солодухо Я.Ю. Силовые схемы нового поколения реверсивных тиристорных электроприводов прокатных станов. – М., 1979. – 64 с. – (ТС-8. Электропривод. Комплектные устройства: Обзорная информация / Информэлектро).

15. Иванов А.Г., Михайлов В.В. Параллельная работа тиристорных преобразователей электроприводов постоянного тока ЭПУ1. – Электротехника. – 1998. – №2 - с. 36 – 40.

16. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока: Учеб. пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 1991. – 104 с. (разделы 1 – 2).

17. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.

18. Удут Л.С., Кояин Н.В., Мальцева О.П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 3. Электрические машины постоянного тока в системах автоматизированного электропривода: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 152 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИРИСТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	3
1.1. Электроприводы унифицированные серии ЭПУ	6
1.2. Электроприводы комплектные тиристорные серии КТЭ .	9
1.3. Выпрямители серии ТПП1	12
2. ТИРИСТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА	12
2.1. Силовая часть тиристорного преобразователя	14
2.2. Система управления тиристорного преобразователя	21
3. ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	30
3.1. Принцип работы тиристорного преобразователя	30
3.2. Специфические особенности работы тиристорного преобразователя	40
3.2.1. Динамические свойства тиристорного преобразователя, связанные с дискретностью управления	41
3.2.2. Динамические свойства тиристорного преобразователя, связанные с неполной управляемостью	46
3.2.3. Тиристорный преобразователь как динамическое звено в системах электропривода	48
3.3. Динамические свойства силовой цепи тиристорного преобразователя	49
3.3.1. Динамические свойства силовой цепи в режиме непрерывного тока	50
3.3.2. Динамические свойства силовой цепи в режиме прерывистого тока	53
3.4. Статические характеристики системы нереверсивный тиристорный преобразователь – двигатель	56
3.4.1. Статические характеристики в режиме непрерывного тока	56
3.4.2. Статические характеристики в режиме прерывистого тока	61
3.5. Статические и динамические характеристики реверсивных тиристорных преобразователей	64
3.5.1. Преобразователи с отдельным управлением	65
3.5.2. Преобразователь с совместным управлением	66
4. СХЕМЫ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ СИЛОВОЙ ЧАСТИ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	73
4.1. Силовые схемы реверсивных тиристорных преобразователей с отдельным управлением	73

4.1.1. Защита преобразователей	73
4.1.2. Увеличение мощности тиристорных преобразователей	78
4.2. Силовые трехфазные трансформаторы для тиристорных преобразователей	81
4.2.1. Сухие трансформаторы	83
4.2.2. Совтоловые трансформаторы	88
4.2.3. Масляные трансформаторы	89
4.3. Реакторы для тиристорных преобразователей	98
4.3.1. Токоограничивающие реакторы	98
4.3.2. Сглаживающие реакторы	99
5. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОЙ ЦЕПИ ТИРИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	102
5.1. Выбор тиристорного преобразователя для питания двигателя	103
5.2. Выбор преобразовательного трансформатора	104
5.3. Выбор токоограничивающего реактора	116
5.4. Выбор уравнивающих реакторов для реверсивных преобразователей с совместным управлением	118
5.5. Расчет параметров силовой цепи преобразователя	118
5.6. Выбор сглаживающего реактора	120
5.7. Расчет параметров якорной цепи	123
5.8. Проверка обеспечения заданной области существования электромеханических характеристик электропривода	124
5.9. Особенности расчета параметров преобразователей для питания обмоток возбуждения	128
5.10. Расчет параметров СИФУ	130
5.11. Расчет параметров тиристорного преобразователя	131
6. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОЙ ЦЕПИ ТИРИСТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ	132
Пример 6.1. Тиристорный электропривод постоянного тока с непосредственным подключением к сети преобразователя	132
Пример 6.2. Тиристорный электропривод с высокомоментным электродвигателем	139
Пример 6.3. Комплектный тиристорный электропривод постоянного тока с двухзонным регулированием скорости	147
Пример 6.4. Параллельное включение двух тиристорных преобразователей с непосредственным подключением к сети	159
Список литературы	160

**Леонид Степанович Удуд
Николай Вадимович Кояин
Ольга Павловна Мальцева**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

**Часть 4
Тиристорные преобразователи
для электроприводов постоянного тока**


Учебное пособие

**Научный редактор
доктор технических наук, профессор Р.Ф. Бекишев
Редактор А. А. Цыганкова**

Подписано к печати 26.09. 2007. Формат 60x84/16.
Бумага «Классика».
Печать RISO. Усл.печ.л. 9,53. Уч.-изд.л. 8,63.
Заказ . Тираж 100 экз.

Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета
сертифицирована NATIONAL QUALITY ASSURANCE
по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.