

**І. І. ВАСИЛЕНКО, В. В. ШИРОКОВ, Ю. І. ВАСИЛЕНКО**

# **КОНСТРУКЦІЙНІ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

**Навчальний посібник**

**“Магнолія-2006”**

**Львів**

УДК 621.039.53 /315  
В 19

*Відтворення цієї книги або будь-якої її частини  
заборонено без письмової згоди видавництва.  
Будь-які спроби порушення авторських прав  
переслідуватимуться у судовому порядку.*

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України*

**Рецензенти:**

*Федірко В. М.* – доктор технічних наук, професор ( Фізико-механічний інститут НАН України );

*Семерак М. М.* – доктор технічних наук, професор ( Львівський державний аграрний університет );

*Сиротюк В. М.* – кандидат технічних наук, професор ( Львівський державний аграрний університет ).

**Василенко І. І., Широков В. В., Василенко Ю. І.**

**В19** Конструкційні та електротехнічні матеріали: Навч. посібник. – Львів: “Магнолія-2006” – 241 с.

ISBN 966-2025-02-2

“Магнолія-2006”

Викладено фізичні основи електроматеріалознавства та загальні відомості про основні класи електротехнічних матеріалів – діелектриків, провідників, напівпровідників, магнітних матеріалів та їх властивості. Наведено основні марки та характеристики конструкційних сталей для енергетичного обладнання.

Посібник призначено для студентів енергетичних спеціальностей вищих навчальних закладів III – IV рівнів акредитації, а також студентів коледжів і технікумів.

УДК 621.039.53 /315

ISBN 966-2025-02-2

© І. І. Василенко, В. В. Широков,  
Ю. І. Василенко

© “Магнолія-2006”

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНЕ ВЧЕННЯ І ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОМАТЕРІАЛОЗНАВСТВА .....</b>	<b>8</b>
1.1. Розвиток атомно-молекулярного вчення .....	8
1.2. Будова атома і періодична система елементів Д. І. Менделєєва .....	14
1.3. Міжатомні та міжмолекулярні зв'язки .....	18
1.4. Зонна теорія твердого тіла .....	27
<i>Запитання для самоконтролю .....</i>	<i>30</i>
<b>РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ .....</b>	<b>32</b>
2.1. Загальні відомості .....	32
2.2. Особливості будови твердих тіл .....	33
2.3. Механічні властивості .....	39
2.4. Конструкційні матеріали енергетичного обладнання .....	44
2.5. Матеріали ядерної енергетики .....	45
2.6. Матеріали теплової енергетики .....	50
2.7. Матеріали газових турбін і парогазових установок .....	54
2.8. Матеріали гідроенергетики .....	58
<i>Запитання для самоконтролю .....</i>	<i>59</i>
<b>РОЗДІЛ 3. ПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ .....</b>	<b>60</b>
3.1. Фізична суть електропровідності (загальні положення) ...	60
3.2. Електропровідність металів .....	61
3.3. Температурна залежність питомого опору металічних провідників .....	64
3.4. Надпровідність .....	67
3.5. Матеріали високої провідності .....	76
3.6. Сплави високого опору .....	80
3.7. Сплави для термопар .....	83
3.8. Благородні метали .....	84
3.9. Тугоплавкі метали .....	86
3.10. Електричні властивості металічних сплавів .....	92

3.11. Припої і флюси .....	92
3.12. Неметалічні провідникові матеріали .....	97
<i>Запитання для самоконтролю</i> .....	101
<b>РОЗДІЛ 4. НАПІВПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ .....</b>	<b>102</b>
4.1. Загальні положення .....	102
4.2. Механізм провідності напівпровідників .....	103
4.3. Напівпровідники <i>n</i> -типу .....	106
4.4. Напівпровідники <i>p</i> -типу .....	108
4.5. Напівпровідникові випростувачі .....	109
4.6. Методи визначення типу електропровідності напівпровідників .....	113
4.7. Вплив світла на електропровідність напівпровідників ...	113
4.8. Напівпровідникові матеріали .....	115
<i>Запитання для самоконтролю</i> .....	119
<b>РОЗДІЛ 5. ФІЗИКА ДІЕЛЕКТРИКІВ .....</b>	<b>120</b>
5.1. Діелектричні (електроізоляційні) матеріали .....	120
5.2. Поляризація діелектриків .....	122
5.3. Діелектрична проникність .....	124
5.4. Залежність діелектричної проникності від різних факторів .....	127
5.5. Діелектричні втрати .....	129
5.6. Вплив різних чинників на $\text{tg}\delta$ .....	131
5.7. Пробій діелектриків .....	133
5.8. Електропровідність і пробій газоподібних діелектриків .....	135
5.9. Електропровідність і пробій рідких діелектриків .....	140
5.10. Електропровідність і пробій твердих діелектриків .....	143
<i>Запитання для самоконтролю</i> .....	149
<b>РОЗДІЛ 6. ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ .....</b>	<b>150</b>
6.1. Полімери .....	150
6.2. Пластичні маси (пластмаси, пластики) .....	161
6.3. Каучуки .....	165
6.4. Волокнисті матеріали .....	167

## **Зміст**

---

6.5. Бітуми .....	169
6.6. Електроізоляційні лаки і компаунди .....	170
6.7. Смоли .....	173
6.8. Нафтові електроізоляційні оливи .....	176
6.9. Слюдяні матеріали .....	181
6.10. Неорганічні скла .....	185
6.11. Керамічні матеріали .....	189
6.12. Нелінійні діелектрики .....	193
6.13. Фізико-хімічні і механічні властивості діелектриків ...	199
<i>Запитання для самоконтролю .....</i>	<i>209</i>
<b>РОЗДІЛ 7. МАГНІТНІ МАТЕРІАЛИ .....</b>	<b>210</b>
7.1. Фізичні основи .....	210
7.2. Феромагнетики, антиферомагнетики і ферімагнетики ...	215
7.3. Магнітно-м'які матеріали .....	222
7.4. Спеціальні феромагнетики .....	228
7.5. Магнітно-тверді матеріали .....	231
7.6. Металокерамічні матеріали .....	234
<i>Запитання для самоконтролю .....</i>	<i>235</i>
<b>Список використаної та рекомендованої літератури .....</b>	<b>236</b>
<b>Предметний покажчик .....</b>	<b>238</b>

Навчальне видання

Василенко Ігор Іванович  
Широков Володимир Володимирович  
Василенко Юрій Ігорович

# **КОНСТРУКЦІЙНІ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

**Навчальний посібник**

Формат 60 × 84/16. Умовн. друк. арк. 13,8.  
Гарнітура Таймс Нью Роман

ПП “Магнолія 2006”  
м. Львів-53, 79053, Україна, тел. +380503701957  
E-mail: magnol06@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої  
продукції: серія ДК № 2534 від 21.06.2006 року,  
видане Державним комітетом інформаційної політики,  
телебачення та радіомовлення України

Надруковано у друкарні видавництва “Магнолія 2006”