

681.2
P86



Національний технічний
університет України
«Київський
політехнічний
інститут»



В. О. Румбешта

**Технологія складання,
регулювання
та випробування приладів**



Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В. О. Румбешта

Технологія складання, регулювання та випробування приладів

Підручник

*Затверджено Міністерством освіти і науки України
як підручник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за напрямом підготовки «Приладобудування»*

Київ
НТУУ «КПІ»
2014

УДК 681.2(075.8)
ББК 34.9я73
Р86

Затверджено Міністерством освіти і науки України
(Лист № 1/11-19379 від 11.12.2013 р.)

Рецензенти:

А. С. Зенкін, д-р техн. наук, проф.,
Київський національний університет технологій і дизайну
В. П. Себо, д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Б. В. Лупкин, д-р техн. наук, проф.,
Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Відповідальний редактор

Г. С. Тимчик, д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Румбешта В. О.

Р86 Технологія складання, регулювання та випробування приладів : підручник /
В. О. Румбешта. - К.: НТУУ «КПІ», 2014. - 364 с. - Бібліогр.: с. 361-362. - 100 пр.
ISBN 978-966-622-633-7

Розглянуто основні принципи сучасної організації складальних робіт, методи забезпечення надійності та розмірної і параметричної точності приладів. Описано сучасні технологічні складальні процеси механічних, електричних, мікроелектронних і оптичних елементів приладів та їх регулювання, контролю і випробувань.

Для студентів усіх приладобудівних спеціальностей, а також для аспірантів, інженерно-технічних працівників, які працюють у галузі приладобудування та точного машинобудування.

УДК 681.2(075.8)
ББК 34.9я73

ISBN 978-966-622-633-7

© В. О. Румбешта, 2014
– © НТУУ «КПІ» (ШБФ), 2014

На в ч а л ь н е в и д а н н я

Румбешта Валентин Олександрович

**Технологія складання, регулювання
та випробування приладів**

Підручник

Темплан 2013 р., поз. 1-1-004

Підп. до друку 00.06.2013. Формат 60x84¹/₁₆. Папір офс. Гарнітура Times,
Спосіб друку - ризографія. Ум. друк. арк. 21,16. Обл.-вид. арк. 35,18. Зам. № 14-114. Наклад 100 пр.

НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка»
Свідоцтво ДК № 1665 від 28.01.2004 р.
03056, Київ, вул. Політехнічна, 14, корп. 15
тел./факс (044) 406-81-78

ЗМІСТ

Передмова.....	3
<i>Розділ I.</i> Основи технологічної підготовки складання приладів.....	5
Глава 1. Організація складання приладів.....	5
1.1. Складальний процес у приладобудуванні.....	5
1.2. Основні елементи складання.....	10
1.3. Основні етапи підготовки виробництва.....	14
1.4. Організаційні форми складання приладів.....	25
1.5. Проектування технологічних процесів складання.....	33
1.6. Вибір найефективнішого варіанта процесу складання.....	44
Глава 2. Забезпечення якості складуваних виробів у приладобудуванні.....	47
2.1. Надійність у приладобудуванні та її забезпечення на виробництві.....	47
2.1.1. Основні уявлення про надійність.....	47
2.1.2. Оцінка надійності виробів.....	49
2.1.3. Надійність технологічного процесу.....	53
2.1.4. Шляхи підвищення надійності технологічних процесів.....	57
2.2. Забезпечення точності складання.....	60
2.2.1. Основні уявлення про точність.....	60
2.2.2. Аналіз точності процесу складання.....	64
2.2.3. Забезпечення розмірної взаємозамінності.....	67
2.2.3.1. Метод повної взаємозамінності.....	69
2.2.3.2. Метод неповної взаємозамінності.....	76
2.2.3.3. Метод забезпечення точності складання добором.....	81
2.2.3.4. Метод забезпечення точності складання регулюванням.....	85
2.2.3.5. Метод забезпечення точності складання доробкою.....	89
2.2.4. Забезпечення параметричної взаємозамінності.....	91
2.2.4.1. Загальні уявлення про параметричну точність.....	91
2.2.4.2. Точність функціональних елементів.....	94
2.2.4.3. Точність функціональних перетворюючих пристроїв.....	103
Глава 3. Трудомісткість складання приладів.....	112
3.1. Технологічність складальних виробів.....	112
3.2. Продуктивність і трудомісткість складальних робіт.....	115
3.3. Підвищення продуктивності складання.....	118
Глава 4. Автоматизація складання.....	121
4.1. Завдання автоматизації складання.....	121
4.2. Автоматичні складальні системи.....	125
4.3. Автоматизація проектування технологічних процесів.....	131
<i>Розділ II</i> Основні технологічні процеси складання приладів.....	141
Глава 5. Технологія одержання різних з'єднань.....	141

5.1. Технологія складання та регулювання рухомих з'єднань.....	141
5.2. Технологія одержання нерухомих рознімних з'єднань.....	143
5.3. Технологія одержання нероз'ємних з'єднань.....	148
5.4. Забезпечення герметичності з'єднань.....	165
Глава 6. Технологія складання механічних елементів приладів.....	174
6.1. Технологія складання опор кінематичних ланцюгів приладів.....	174
6.2. Технологія складання зубчастих передач.....	190
6.3. Технологія балансованих робіт у приладобудуванні.....	202
Глава 7. Технологія складання електричних елементів приладів.....	217
7.1. Технологія намотувальних робіт.....	217
7.2. Технологія виготовлення потенціометрів.....	228
7.3. Технологія електромонтажу в приладобудуванні.....	239
7.4. Технологія напівпровідникових електронних мікросхем.....	259
Глава 8. Технологія складання оптичних елементів приладів.....	279
8.1. Особливості складання оптичних приладів.....	279
8.2. Складання та кріплення оптичних елементів.....	282
8.3. Центрування лінз.....	296
8.4. Складання об'єктивів та окулярів.....	306
8.5. Технологія юстирувальних робіт.....	318
Глава 9. Випробування приладів.....	327
9.1. Загальні поняття про випробування.....	327
9.2. Види випробувань.....	339
9.3. Типи випробувань у приладобудуванні.....	356
Список літератури.....	361