

П

ПІДРУЧНИК

В. О. Румбешта

**ОСНОВИ  
ТЕХНОЛОГІЇ  
СКЛАДАННЯ  
ПРИЛАДІВ**

1993

КИЇВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СИСТЕМНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОСВІТИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

В.О. Румбешта

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАНИХ ПРИЛАДІВ

Затверджено Міністерством освіти України  
як підручник  
для студентів приладобудівних спеціальностей

Київ ІСДО 1993

Основи технології складання приладів: Підручник/  
В.О.Румбешта. - К.: ІСДО, 1993. - 303 с.

У запропонованому підручнику розглядаються основні принципи організації складальних робіт, методи забезпечення надійності та розмірної і параметричної точності виготовлюваних приладів. Описуються основні технологічні складальні процеси механічних, електричних і оптичних елементів приладів та їх випробувань.

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

Іл. ІІ9. Бібліогр. 20 нєзв.

Відповідальний редактор П.А.Усачов, канд. техн. наук, доц.

Рецензенти: В.О.Остаф'єв, д-р техн. наук, проф. /КНІ/  
А.С.Зенкін, д-р техн. наук, проф. /КТІЛП/

ISBN 5-7763-2241-3

© Інститут системних досліджень  
освіти України, 1993

## ПЕРЕДМОВА

Науково-технічний прогрес зумовлює інтенсифікацію всього суспільного виробництва, у тому числі й приладобудування, як однієї з його головних складових. Ступінь розвитку та виробництва приладів визначає в основному технічний рівень і ефективність розвитку багатьох галузей промисловості, науки та всього народного господарства країни.

Найважливішим і відповідальним етапом виробництва приладів є їх складання, регулювання і випробування. Приладобудування є специфічною галуззю промисловості, яка зосереджує найпрогресивніші напрямки розвитку точного машинобудування, електротехніки, електроніки, оптики, радіофізики, автоматики тощо. При цьому особлива увага приділяється питанням точності виготовлення виробів, їх високої надійності в роботі на об'єктах. Водночас сучасні прилади є дуже складними та тонкими конструкціями, які містять велику кількість точних і маложорстких кінематичних вузлів, електричних або електронних кіл, оптичних або оптико-електронних елементів і ланок, що працюють в єдиному багетофункціональному взаємозв'язку. Забезпечити високу точність і стабільність вихідних характеристик таких складних пристроїв можна тільки за рахунок особливої організації виробництва та застосування великої кількості різноманітних складально-регульовальних, контрольно-вимірвальних і випробувальних процесів.

Вивчає ці важливі питання та розробляє нові прогресивні методи складання наука про технології приладобудування. Значний внесок у цю науку зробили вітчизняні вчені О.В.Яхін, А.М.Гаврилов, П.І.Буловський.

суванням іноді жорстких режимів, до остаточного вироблення встановленого ресурсу в годинах або до повної відмови. При цьому реєструються точність та тривалість роботи. Після проведення випробувань прилади відправляють на розбирання для виявлення причини відмови та ступеня **спрацювання** механізмів. За результатами проведених досліджень складають протокол за якістю продукції і розробляють заходи щодо усунення слабких місць у виробі. На базі таких випробувань відпрацьовують новий гарантійний термін служби доопрацьованих виробів, змінюють конструкцію та переоцінюють собівартість виробництва даних приладів.

Результати всіх типів випробувань мають бути обов'язково записані в журнал випробувань. Записи мають повністю відображати всі види випробувань і режими навантаження, тривалість роботи та точні дані за результатами показників приладів на всіх стадіях випробувань, причини відмов. Наявність таких записів дає змогу накопичити статистичні дані, на підставі яких можна розраховувати надійність систем та накреслювати шляхи поліпшення якості виробів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Асс Б.А., Уразев З.Ф., Мясников Б.Я. Сборка, регулировка и испытания приборов. - М.: Машиностроение, 1969. - 314 с.
2. Ачкасов Н.Д., Терган В.С. Технология точного приборостроения. - М.: Высш. шк., 1973. - 366 с.
3. Белевцев А.Т. Монтаж и регулировка радиоаппаратуры. - М.: Высш. шк., 1971. - 304 с.
4. Барышников В.Н., Шоботенко Н.С. Монтаж радиоэлектронной аппаратуры. - К.: Техніка, 1986. - 269 с.
5. Буловский П.И. Основы сборки приборов. - М.: Машиностроение, 1970. - 200 с.
6. Буловский П.И., Миронов В.М. Технология радиоэлектронного приборостроения. - М.: Энергия, 1971. - 344 с.
7. Гаврилов А.Н., Лебедев Н.А. Технология систем управления летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1971. - 476 с.
8. Гусев В.П. Технология радиоаппаратостроения. - М.: Высш. шк., 1972. - 496 с.
9. Долгушев Ю.М. Технология приборостроения. - М.: Машиностроение, 1978. - 168 с.
10. Ельников Н.Т., Дитев А.Ф., Орусов Н.К. Сборка и калибровка оптико-механических приборов. - М.: Машиностроение, 1974. - 348 с.

11. Ефремов А.А., Законников В.П., Подобранный А.В. Сборка оптических приборов. - М.: Высш. шк., 1978. - 294 с.
12. Идлин М.М., Сафонов Н.Д. Основы сборки, регулирования и контроля авиационных электрогироскопических приборов. - М.: Машиностроение, 1968. - 360 с.
13. Ковалев М.П., Моржиков С.П., Терехова К.С. Динамическое и статическое уравнивание гироскопических устройств. - М.: Машиностроение, 1965. - 304 с.
14. Лебедевский М.С., Вейц В.Л., Федотов А.И. Научные основы автоматической сборки. - М.: Машиностроение, 1985. - 316 с.
15. Новиков М.Л. Основы технологии сборки машин и механизмов. - М.: Машиностроение, 1980. - 592 с.
16. Остафьев В.А., Держук В.А., Румбешта В.А. и др. Технологические процессы изготовления деталей приборов. - К.: Выща шк., 1983. - 208 с.
17. Остафьев В.А., Румбешта В.А. и др. Основы технологической подготовки производства приборов. - К.: Выща шк., 1977. - 202 с.
18. Ушек Н.Н. Технология элементов вычислительных машин. - М.: Высш. шк., 1976. - 413 с.
19. Шепелев Н.И. Сборка, регулировка и испытание гироскопических приборов. - М.: Машиностроение, 1977. - 192 с.
20. Фролов С.П., Юдевич Б.А. Испытание авиационного электрооборудования. - М.: Машиностроение, 1968. - 240 с.

#### ЗМІСТ

Передмова .....	3
Розділ I. Основи технологічної підготовки складання приладів .....	4
Глава I. Організація складання приладів .....	4
I.1. Складальний процес у приладобудуванні .....	4
I.2. Основні елементи складання .....	8
I.3. Основні етапи підготовки виробництва .....	12
I.4. Організаційні форми складання приладів .....	22
I.5. Проектування технологічних процесів складання .....	29
I.6. Вибір найефективнішого варіанта процесу складання .....	38

Глава 2. Забезпечення якості складуваних виробів у приладобудуванні .....	41
2.1. Надійність у приладобудуванні та її забезпечення на виробництві .....	41
2.1.1. Основні уявлення про надійність .....	41
2.1.2. Оцінка надійності виробів .....	43
2.1.3. Надійність технологічного процесу .....	47
2.2. Забезпечення точності складання .....	53
2.2.1. Основні уявлення про точність .....	53
2.2.2. Аналіз точності процесу складання .....	58
2.2.3. Забезпечення розмірної взаємозамінності .....	60
2.2.3.1. Метод повної взаємозамінності .....	62
2.2.3.2. Метод неповної взаємозамінності .....	69
2.2.3.3. Метод забезпечення точності складання доборою .....	75
2.2.3.4. Метод забезпечення точності складання регулюванням .....	80
2.2.3.5. Метод забезпечення точності складання доробкою .....	82
2.2.4. Забезпечення параметричної взаємозамінності .....	84
2.2.4.1. Загальні уявлення про параметричну точність .....	84
2.2.4.2. Точність функціональних елементів .....	86
2.2.4.3. Точність функціональних перетворюючих пристроїв .....	96
Глава 3. Трудомісткість складання приладів .....	100
3.1. Технологічність складальних виробів .....	100
3.2. Продуктивність і трудомісткість складальних робіт .....	104
3.3. Підвищення продуктивності складання .....	106
Глава 4. Автоматизація складання .....	108
4.1. Завдання автоматизації складання .....	108
4.2. Автоматичні складальні системи .....	112
4.3. Автоматизація проектування технологічних процесів .....	118

Розділ II. Основні технологічні процеси складання приладів .....	126
Глава 5. Технологія одержання різних з'єднань .....	126
5.1. Технологія складання та регулювання рухомих з'єднань .....	126
5.2. Технологія одержання нерухомих рознімних з'єднань .....	128
5.3. Технологія одержання нерознімних з'єднань .....	133
5.4. Забезпечення герметичності з'єднань .....	149
Глава 6. Технологія складання механічних елементів приладів .....	154
6.1. Технологія складання опор кінематичних ланцюгів приладів .....	154
6.2. Технологія складання зубчастих передач .....	168
6.3. Технологія балансувальних робіт у приладобудуванні .....	179
Глава 7. Технологія складання електричних елементів приладів .....	193
7.1. Технологія намотувальних робіт .....	193
7.2. Технологія виготовлення потенціометрів .....	204
7.3. Технологія електромонтажу в приладобудуванні .....	214
Глава 8. Технологія складання оптичних елементів приладів .....	231
8.1. Особливості складання оптичних приладів .....	231
8.2. Складання та кріплення оптичних елементів .....	233
8.3. Центрування лінз .....	246
8.4. Складання об'єктивів та окулярів .....	256
8.5. Технологія истирувальних робіт .....	267
Глава 9. випробування приладів .....	275
9.1. Загальні поняття про випробування .....	275
9.2. Види випробувань .....	279
9.3. Типи випробувань .....	294
Список літератури .....	298