

Т-38

ТЕХНОЛОГИЯ
ЭВА,
оборудование
и автоматизация

для вузов

издательство
Высшая
Школа

ТЕХНОЛОГИЯ ЭВА, оборудование и автоматизация

Допущено

Министерством высшего и среднего
специального образования СССР
в качестве учебного пособия
для студентов вузов, обучающихся
по специальности «Конструирование и производство
электронно-вычислительной аппаратуры»



МОСКВА • ВЫСШАЯ ШКОЛА • 1984

ББК 32,97
Т38
УДК 681.3

Рецензенты:

кафедра «Конструирование и производство ЭВА» Пензенского политехнического института (зав. кафедрой — проф. К. А. Сапожков);
кафедра микроэлектроники Московского института электронной техники (зав. кафедрой — проф. Л. А. Коледов)

Т38 **Технология ЭВА, оборудование и автоматизация: Учеб. пособие для студентов вузов специальности «Конструирование и производство ЭВА»/ Алексеев В. Г., Гриднев В. Н., Нестеров Ю. И. и др.— М.: Высш. шк., 1984.— 392 с., ил.**

В пер.: 1 р. 20к.

Книга состоит из шести разделов. В книге рассматриваются конструктивно-технологические особенности узлов и общие вопросы производства ЭВА; излагается производство печатных плат на основе промышленных методов их изготовления; описываются технология электромонтажных работ, изготовление и сборка типовых элементов замены (ТЭЗ), элементов памяти и матриц внутренних запоминающих устройств (ЗУ), изготовление подвижных магнитных носителей информации; приводятся сведения по моделированию, оптимизации ТП и технологической подготовке производства.

Т 2405000000—140
001(01)—84 142—84

ББК 32.97
6Ф7

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Раздел первый. Производство ЭВА	5
Глава 1. Конструктивно-технологические особенности ЭВА	5
§ 1.1. Принципы конструирования и направления развития	8
§ 1.2. Электронные узлы	11
§ 1.3. Внутренние и внешние запоминающие устройства	16
Глава 2. Общие вопросы производства ЭВА	16
§ 2.1. Технологические процессы и операции	21
§ 2.2. Контроль и испытания	23
§ 2.3. Автоматизация и АСУ ТП	28
§ 2.4. Эффективность и качество	30
§ 2.5. Производство ЭВА и охрана окружающей среды	32
§ 2.6. Роль технолога в производстве ЭВА	34
Глава 3. Технологичность конструкции узлов и деталей ЭВА	34
§ 3.1. Обеспечение технологичности конструкций	35
§ 3.2. Показатели технологичности конструкции изделий	36
§ 3.3. Технологичность деталей и узлов	40
§ 3.4. Требования к технологичности конструкций узлов изделий при сборке	43
§ 3.5. Экономическая оценка технологичности	44
Глава 4. Техническая оснащенность и организация производства ЭВА	49
§ 4.1. Назначение, структура и состав конструкторско-технологических служб	49
§ 4.2. Технологическое оборудование	51
§ 4.3. Организация производства	52
Раздел второй. Технология производства печатных плат	54
Глава 5. Конструктивно-технологические характеристики печатных плат	54
§ 5.1. Классификация ПП	54
§ 5.2. Основные методы изготовления ПП	59
§ 5.3. Конструктивные характеристики ПП	67
§ 5.4. Технологические вопросы конструирования ПП	69
Глава 6. Конструкционные материалы для изготовления печатных плат	78
§ 6.1. Виды материалов и их производство	78
§ 6.2. Требования к материалам	80
§ 6.3. Выбор материалов	81
Глава 7. Фотошаблоны для изготовления печатных плат	82
§ 7.1. Виды фотошаблонов и требования к ним	82
§ 7.2. Совмещение фотошаблонов	83
§ 7.3. Методы изготовления фотошаблонов и оборудование для механизации и автоматизации процесса их производства	84
Глава 8. Производство печатных плат	86
§ 8.1. Заготовительные операции	86
§ 8.2. Образование монтажных и переходных отверстий	88
§ 8.3. Подготовка поверхности заготовок	93
§ 8.4. Химическая металлизация	96
§ 8.5. Гальваническая металлизация	99

§ 8.6. Нанесение рисунка схемы	102
§ 8.7. Травление меди с пробельных мест	110
§ 8.8. Оплавление металлорезиста олово-свинец и горячее облуживание проводящего рисунка ПП	113
§ 8.9. Обработка по контуру, маркировка, финишная подготовка и хранение ПП	114
§ 8.10. Особенности изготовления МПП	116
Глава 9. Оценка качества изготовления печатных плат и их испытания	128
§ 9.1. Проводящий рисунок схемы	128
§ 9.2. Диэлектрическое основание ПП и слоев МПП	131
§ 9.3. Деформация ПП	134
§ 9.4. Испытания ПП	134
Раздел третий. Технология электромонтажных работ	136
Глава 10. Получение контактных соединений пайкой	137
§ 10.1. Подготовка поверхностей	137
§ 10.2. Флюсы для пайки	140
§ 10.3. Припой для пайки	143
§ 10.4. Технология пайки	145
§ 10.5. Удаление флюса после пайки	148
Глава 11. Получение контактных соединений сваркой и контактолами	150
§ 11.1. Способы сварки	150
§ 11.2. Сварка сдвоенным электродом	154
§ 11.3. Соединение проводящими клеящими составами	155
Глава 12. Монтаж накруткой	156
§ 12.1. Контактное соединение накруткой	156
§ 12.2. Конструкции соединений накруткой	158
§ 12.3. Условия получения соединений накруткой	161
§ 12.4. Оборудование и механизация монтажа накруткой	162
Глава 13. Проводный монтаж на печатных платах	166
§ 13.1. Стежковый монтаж	168
§ 13.2. Многопроводный монтаж фиксируемыми проводами	173
§ 13.3. Проводный неупорядоченный монтаж незакрепляемыми проводами	177
Глава 14. Монтаж плоскими ленточными кабелями	179
§ 14.1. Конструктивно-технологические особенности ленточных проводов	180
§ 14.2. Подготовка ленточных проводов к монтажу	181
§ 14.3. Изготовление ленточных кабелей	186
§ 14.4. Монтаж блоков, панелей, рам и стоек ленточными кабелями	189
Глава 15. Жгутовой монтаж	192
§ 15.1. Конструктивно-технологические особенности жгутов	192
§ 15.2. Подготовка монтажных проводов	195
§ 15.3. Раскладка проводов	198
§ 15.4. Вязка жгутов	199
§ 15.5. Монтаж жгутов в аппаратуре	202
Раздел четвертый. Технология изготовления деталей, узлов и блоков ЭВА	203
Глава 16. Изготовление узлов на печатных платах	203
§ 16.1. Конструктивно-технологические особенности узлов на ПП	203
§ 16.2. Типовые операции изготовления ТЭЗ	208

§ 16.3. Оборудование для сборки и монтажа ТЭЗ	214
§ 16.4. Герметизация узлов	218
Глава 17. Изготовление матриц оперативных запоминающих устройств . .	221
§ 17.1. Конструктивно-технологические особенности элементов памяти ОЗУ	221
§ 17.2. Изготовление кольцевых ферритовых сердечников	227
§ 17.3. Изготовление тонких магнитных пленок	232
§ 17.4. Сборка матриц на кольцевых сердечниках	237
§ 17.5. Сборка матриц на магнитных пленках	246
Глава 18. Изготовление полупостоянных и постоянных запоминающих устройств	250
§ 18.1. Конструктивно-технологические особенности элементов памяти ППЗУ и ПЗУ	250
§ 18.2. Некоторые вопросы сборки ППЗУ	252
§ 18.3. Сборка ПЗУ трансформаторного типа	255
Глава 19. Изготовление запоминающих устройств на магнитных дисках . .	259
§ 19.1. Конструктивно-технологические особенности НМД	259
§ 19.2. Получение заготовки ОМД	260
§ 19.3. Механическая обработка ОМД	263
§ 19.4. Нанесение магнитного покрытия на ОМД	267
Глава 20. Изготовление запоминающих устройств на магнитных барабанах	269
§ 20.1. Конструктивно-технологические особенности НМБ	269
§ 20.2. Изготовление роторов МБ	271
§ 20.3. Изготовление осей, станин и кронштейнов	273
§ 20.4. Уравновешивание роторов МБ	275
§ 20.5. Нанесение магнитного покрытия на роторы МБ	277
Глава 21. Изготовление магнитных головок	279
§ 21.1. Конструктивно-технологические особенности МГ	279
§ 21.2. Изготовление пластинчатых сердечников МГ	283
§ 21.3. Изготовление ферритовых сердечников МГ	289
§ 21.4. Сборка МГ	292
§ 21.5. Изготовление плавающих элементов МГ	293
Раздел пятый. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства ЭВА	297
Глава 22. Общие сведения о технологических процессах ЭВА как объекте моделирования и оптимизации	297
§ 22.1. Особенности и задачи анализа производства ЭВА	297
§ 22.2. Формализованное описание процессов производства	300
Глава 23. Математические модели технологических процессов и методы их построения	308
§ 23.1. Основные понятия	308
§ 23.2. Построение модели	314
§ 23.3. Методы построения математической модели	318
§ 23.4. Построение математической модели с помощью корреляционного анализа	320
§ 23.5. Построение математической модели с помощью регрессионного анализа	326
§ 23.6. Построение математической модели с помощью активных экспериментов	331
	391

Глава 24. Моделирование процессов производства ЭВА	335
§ 24.1. Основные этапы построения машинной модели ТП	335
§ 24.2. Организация имитационных экспериментов на ЭВМ	338
§ 24.3. Планирование имитационного эксперимента	340
Глава 25. Оптимизация технологических процессов производства ЭВА	342
§ 25.1. Постановка задачи	343
§ 25.2. Основные этапы оптимизации ТП	345
§ 25.3. Методы оптимизации ТП	349
Раздел шестой. Технологическая подготовка производства ЭВА	357
Глава 26. Определение и назначение технологической подготовки производства	357
§ 26.1. Единая система технологической подготовки производства	357
§ 26.2. Основные задачи технологической подготовки производства	358
§ 26.3. Функциональный, производственный и административный состав системы ТПП	359
Глава 27. Автоматизированная система технологической подготовки производства	360
§ 27.1. Современное состояние проблемы автоматизации ТПП	360
§ 27.2. Структура АС ТПП	361
§ 27.3. Состав АС ТПП	364
Глава 28. Проектирование технологических процессов	366
§ 28.1. Общие положения	366
§ 28.2. Проектирование единичных, типовых и групповых ТП	367
§ 28.3. Проектирование ТП обработки на оборудовании с ЧПУ	373
§ 28.4. Автоматизированное проектирование ТП	374
Глава 29. Автоматизация проектирования процессов сборки ЭВА	376
§ 29.1. Основные принципы построения сборочно-монтажных процессов	376
§ 29.2. Автоматизация проектирования ТП сборки и монтажа модулей ЭВА	378
§ 29.3. Выбор базового элемента технологической схемы сборки с применением ЭВМ	385
§ 29.4. Выбор оптимальной последовательности операций сборки с применением ЭВМ	386
Список литературы	388

*Виктор Григорьевич Алексеев, Владимир Николаевич Гриднев
Юрий Иванович Нестеров, Георгий Витальевич Филин*

ТЕХНОЛОГИЯ ЭВА, ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Заведующая редакцией Л. А. Романова.
 Научный редактор В. А. Волков.
 Редактор издательства Е. М. Романчук.
 Младшие редакторы И. А. Исаева и Т. В. Шеганова.
 Художественный редактор Т. М. Скворцова.
 Художник Ю. Д. Федичкин.
 Технический редактор Э. М. Чижевский.
 Корректор Г. И. Кострикова

ИБ № 3579

Изд. № ЭР-324. Сдано в набор 16.09.83. Подп. в печать 18.01.84. Т-03244.
 Формат 60×90^{1/16}. Бум. тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая.
 Объем 24,5 усл. печ. л. Усл. кр.-отт. 24,5. Уч.-изд. л. 26,96.
 Тираж 13.000 экз. Зак. № 1859. Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
 при Государственном комитете СССР
 по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
 101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7.