##### РЕФЕРАТ

Объект исследования – ваттметр.

Цель работы – систематизировать и закрепить теоретические занния по проектированию технологии изготовления приборов РЭС на основе заданного ваттметра.

Основные задачи курсового проекта:

- получить навыки системного анализа базовой и справочной информации, необходимой для разработки рабочих технологических процессов (ТП) сборки, монтажа и регулировки РЭА;

- практически ознакомиться с основными этапами разработки рабочих ТП согласно единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП);

- получить практические навыки самостоятельного решения задач анализа типового и синтеза рабочего ТП;

- ознакомиться с методами экономической оценки и оптимизации принятых технологических решений;

- реализовать знание действующих нормативно-технических документов при оформлении пояснительной записки и графической части курсового проекта.

Методы исследования – аналитический, расчетный, графический.

Ваттметры – широкий класс приборов предназначенных для измерения мощности НЧ-ВЧ аппаратуры при контроле и ремонте РЭА.

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ, КОНСТРУКТОРСКАЯ СХЕМА СБОРКИ, ОПЕРА-ЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРКИ, МАРШРУТНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

СОДЕРЖАНИЕ

##### Реферат

Введение

1. Анализ технического задания

1.1 Назначение и принцип действия

1.2 Технические характеристики прибора

1.2.1 *Электрические характеристики*

1.2.2 *Конструктивные характеристики*

1.2.3 *Эксплуатационные характеристики*

1.3 Анализ производственно-технологических требований

1.3.1 *Область применения изделия и тип производства*

1.3.2 *Характеристика типа производства*

1.3.3 *Характеристика условий производства*

2. Анализ конструктивного состава изделия

2.1 Описание конструкции прибора

2.2 Технологический анализ конструктивных составляющих

2.2.1 *Анализ оригинальных изделий*

2.2.2 *Анализ элементной базы*

2.3 Разработка КСС изделия

3. Технологический контроль объекта сборки

4. Разработка технологической схемы сборки изделия

4.1 Технологический анализ методов соединения

4.2 Разработка ТСС изделия

5. Разработка технологического маршрута сборки

5.1 Выбор и обоснование основных технологий

5.2 Планирование и организация производственного процесса

5.3 Разработка маршрутного ТП

6. Выбор технологического оборудования

7. Проектирование операций технологического процесса

8. Нормирование технологического процесса

9. Оптимизация технологического процесса сборки и монтажа

Выводы

Перечень ссылок

**ВВЕДЕНИЕ**

Производственный процесс представляет совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта РЭА.

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению формы и состояния предмета труда.

Технологические процессы строят по отдельным методам их выполнения и разделяют на операции.

Технологическая операция – законченная часть технологического процесса, выполняется непрерывно на одном рабочем месте над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми (собираемыми) изделиями одним или несколькими рабочими.

Рациональная организация производственного процесса невозможна без проведения тщательной технологической подготовки производства, которая должна обеспечивать полную технологическую готовность предприятия к производству изделий РЭА высшей категории качества в соответствии с данными технико-эконономическими показателями, устанавливающими высокий технологический уровень и минимальные материальные и трудовые затраты.

Следовательно, целью курсового проекта будет являться разработка технологии изготовления заданного изделия в условиях среднесерийного производ-ства. В процессе курсового проекта будут решены задачи разаработки маршрутного технологического процесса изделия, обоснованный выбор технологического обору-дования, нормировка операций и т.д. Результатом выполнения курсового проекта должны стать офомление частичного комплекта технологической документации, а также написание пояснительной записки. В курсовом проекте будут рассмотрены и другие задачи.

**1. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ**

**1.1 Назначение и принцип действия**

Ваттметр предназначен для измерения мощности НЧ и ВЧ (при условии подключения детектирующего адаптера) в диапазоне 0..100мВт. Применение прибо-ра вследствие возможности его производственной настройки на широкий ряд частотных диапазонов расширяет сферу использования не только в качестве специ-ализированной аппаратуры, но позволяет его применение практически во всех областях ремонтной и производственной отрасли. Прибор позволяет достаточно быстрое (в НЧ – диапазоне) снятие показаний мощности техники РЭС с достаточно высокой точностью измерений (1-5%).

**1.2 Технические характеристики прибора**

***1.2.1 Электрические характеристики***

Изготовляемый прибор должен иметь следующие электрические характерис-тики:

Напряжение питания…………………………………..~220В±10%/50 Гц

Номинальная мощность на входе………………………..40мВт/100мВт

Частота входного сигнала……………………………………1Гц÷50МГц

Номинальная погрешность измерений………………………………±5%

Потребляемая мощность, не более……………………………………2Вт

***1.2.2 Конструктивные характеристики***

Изготовляемый прибор должен иметь такие конструктивные характеристики:

Масса прибора без упаковки, не более…………………………….0.45кг

Габаритные размеры прибора…………………………….160×100×85мм

Питание прибора осуществляется от стандартной электросети ~200В/50Гц.

***1.2.3 Эксплуатационные характеристики***

Рассматриваемый ваттметр должен иметь следующие эксплуатационные характеристики (ГОСТ 15150-69, ГОСТ 11478-88):

Климатическое исполнение……………………………………….."У1.1"

Диапазон рабочих температур, °С……………………………….-40÷+45

Влажность (при температуре 27°С)………………………………….80%

Группа эксплуатации…………………………………………………..."I"

Восприимчивость к ударным (или вибрационным) импульсам…….15g

Длительность воздействия не более, мс………………………………..11

Общее число ударов при ударном воздействии за один цикл…….1000.

**1.3 Анализ производственно-технологических требований**

***1.3.1 Облать применения изделия и тип производства***

Широкие возможности прибора при измерении мощности в широких пределах частотного диапазона, обеспечиваемые простотой перенастройки полосы пропускания ваттметра (при необходимости), обуславливают возможность его выпуска в условиях среднесерийного производства.

***1.3.2 Характеристики типа производства***

Среднесерийный тип производства как правило характеризуется выпуском узкого сортамента однотипной продукции в среднесрочном периоде времени (на-пример, измерительная аппаратура широкого применения), диапазон использования которой является достаточно широким. Это обуславливается и достаточно высоким спросом на потребление данного рода продукции, т.е. годовая программа выпуска при среднесерийном производстве ограничивается (верхний предел) изготовлением продукции порядка 100000 изделий в год и менее. Так же наиболее характерными для данного типа производства является средний уровень стандартизации, типиза-ция, дифференциация операций, достаточно высокой ритмичностью, автоматиза-цией и т.д., что по сути является обеспечением достаточно высокой технологичнос-ти выпускаемой продукции.

***1.3.3 Характеристика условий производства***

Предполагается изготовление рассматриваемого прибора на предприятии от-расли РЭА (партия до 20000 шт.), специализация которого направлена на выпуск разнообразной бытовой и измерительной аналогово-цифровой аппаратуры. Отсюда вытекает высокая оснащенность данного предприятия необходимым оборудовнием (автоматическим, полуавтоматическим), оснасткой и инструментом, материалами и комплектующими на складах. Предполагается средняя дифференциация процеса изготовления рассматриваемого прибора с целью обеспечения достаточно высокой ритмичности производства.

2. АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОГО СОСТАВА ИЗДЕЛИЯ

**2.1 Описание конструкции прибора**

Корпус прибора представляет собой параллелепипед удобных для эксплуатации размеров (160\*100\*60мм), состоящий из панели поз.3 и крышки поз.2. На передней панели прибора расположены слева на право: миллиамперметр поз.15, розетка для подключения нагрузки поз.19, гнезда поз.20, тумблер переключения диапазона поз.17 и резистор установки нуля поз.16. Над резистором расположены светодиоды индикации баланса моста поз.13, поз.14. Детали и сборочные единицы соединяются между собой винтами и шурупами. На основание корпуса прибора установлены амортизаторы.

**2.2 Технологический анализ конструктивных составляющих**

***2.2.1 Анализ оригинальных изделий***

Анализ оригинальных изделий ваттметра проводим на основании пакета конструкторской документации по дисциплине ОКРЭС (спецификации ГКИЮ 423119.002, ГКИЮ 687243.002) к прибору с учетом полного разбиения сборочных единиц на оригинальные детали за исключением печатных плат. Результат анализа представляем в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Анализ оригинальных изделий прибора

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Материал | Метод формообразования |
| Панель | Полистирол УПМ-0508 | Литье под давлением |
| Крышка | Полистирол УПМ-0508 | Литье под давлением |
| Печатная плата | Стеклотекстолит | Химически негативный,  с металлизацией отверстий |
| Амортизатор | Резина МСС | Механическая резка |

Малое количество оригинальных деталей, предполагает вывод о возможности и экономической целесообразности изготовления прибора в условиях среднесерийного производства, что обусловлено выбором наиболее приемлемых методов формообразования, а также преимущественной номенклатуры используемых конструкционных материалов.

***2.2.2 Анализ элементной базы***

Анализ элементной базы ваттметра проводим на основе перечня элементов к схеме электрической принципиальной (ГКИЮ 423119.002 ПЭ3), с целью выяснения возможности, автоматизации и механизации процесса производства данного прибора. Результат анализа представляем в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Анализ элементной базы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Характеристика корпуса\* | Характеристика выводов\*\* | Необходимость формовки выводов | Тип выводов\*\*\* | Возможность автоматизации формовки | Возможность автоматизации захвата | Приспособление автоматического захвата\*\*\*\* | Характеристика  установки\*\*\*\*\* | Необходимость крепления | Характеристика  монтажа\*\*\*\*\*\* | Дополнительные элементы  крепления и материалы |
| Конденсат. К10-17 | ГП | Р | - | Г | - | + | О | А | - | ПМ | - |
| Конденсат. К50-35 | ГЦ | Р | - | Г | - | + | Ж | А | - | ПМ | - |
| Микросхемы LM78 | ГП | Р | - | Ж | - | + | Ч | А | - | ПМ | - |
| Микросх. К140УД12 | ГП | Р | + | Г | - | - | - | Р | - | ПМ | - |
| Резисторы РП1-61Б | НП | Р | - | Ж | - | + | Ч | А | - | ПМ | - |
| Резисторы С2-23 | ИЦ | А | + | Г | + | + | О | А | - | ПМ | - |
| Диоды КД906А | ГЦ | А | + | Г | + | + | О | А | - | ПМ | - |
| Транзист. КТ972А | ГП | Р | - | Ж | - | + | Ч | А | - | ПМ | - |
| Светодиоды КИПД | ГЦ | Р | + | Г | - | - | - | Р | + | ОМ | Клей БФ-4 |
| Милиамперметр | ГП | Р | - | Г | - | - | - | Р | + | ОМ | Резьбовой крепеж |
| Тумблер Т2 | ИП | Р | - | Ж | - | - | - | Р | - | ОМ | - |
| Розетка ОНП | ИЦ | Р | - | Ж | - | - | - | Р | + | ОМ | Резьбовой крепеж |
| Розетка РС-7 | ИЦ | Р | - | Ж | - | - | - | Р | + | ОМ | - |
| Гнезда | ИЦ | Р | - | Ж | - | - | - | Р | + | ОМ | - |

*Примечание к таблице 2.2.* Сокращенным обозначениям соответствуют: \*Н – неизолированный, \*И – изолированный, \*Г – герметичный, \*П – прямоугольный, \*Ц – цилиндрический тип корпуса; \*\*О/Р – аксиальные/радиальные выводы; \*\*\*Ж/Г -–жесткие/гибкие выводы; \*\*\*\*О/Ч/Ж – обычный/частичный/жесткий захват; \*\*\*\*\*А/Р – автоматическая/ручная установка; \*\*\*\*\*\*ПМ/ОМ – печатный/объемный монтаж.

В результате анализа элементной базы ваттметра можно сделать вывод о возможности частичной автоматизации процесса изготовления прибора в условиях выбранного типа производства.

**2.3 Разработка КСС изделия**

На основании результатов анализа оригинальных изделий и элементной базы рассматриваемого ваттметра составляем конструкторскую схему сборки прибора с учетом структуризации его на такие иерархические уровни, как: сборочные единицы первого - третьего уровней сложности (СЕ1 - СЕ3), оригинальные детали (ОД), электрорадиоэлементы (ЭРЭ), стандартные детали (СТД), конструкционные и технологические материалы (КМ и ТМ). КСС изделия приведена в приложении А.

На основании составления КСС прибора можно сделать вывод о возможности достаточно высокой дифференциации операций изготовления, сборки и монтажа рассматриваемого изделия внутри предприятия по цехам и отдельным рабочим местам. К тому установленная возможность автоматизации, а также простота изготовления и малое количество оригинальных изделий прибора доказывает необходимость крупносерийного типа производства с преимущественно конвейерной сборкой. Составленая КСС дает предварительную информацию о процессе сборки изделия, необходимую для дальнейшего составления технологической схемы сборки (ТСС) и маршрутного технологического процесса (ТП) производства рассматриваемого ваттметра.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТА СБОРКИ

Для более наглядной оценки технологичности рассматриваемого ваттметра необходимо провести технологический контроль изделия с помощью расчета коэффициента технологичности. Полученная величина покажет возможность либо невозможность автоматизации и механизации процесса изготовления изделия в заданных условиях производства.

Общая методика расчета коэффициента технологичности приведена в [1]:

(3.1)



где - совокупный коэффициент технологичности изделия;



- частный коэффициент технологичности изделия;



- коэффициент важности [0..1], определяемый для частных коэффициентов технологичности по таблицам [1].



Для рассматриваемого радиотехнического устройства формулу для расчета коэффициента технологичности (4.1) можно представить в виде:

(3.2)



где - коэффициент оригинальных деталей;



- коэффициент автоматизации монтажа;



- коэффициент автоматизации операций настройки и контроля;



- коэффициент повторений ЭРЭ;



- коэффициент прогрессивности формообразования деталей.



Для расчета частных показателей технологичности используем формулы [1]:

(3.3)



где - количество оригинальных деталей;



- общее число деталей в изделии;



(3.4)



где - количество автоматизированных монтажных соединений;



- общее число монтажных соединений;



(3.5)



где - количество механизированных операций настройки и контроля;



- общее количество операций настройки и контроля;



(3.6)



где - количество типоразмеров ЭРЭ;



(3.7)



где - количество оригинальных деталей, полученных с помощью прогрессивных методов формообразования.



Производим расчет частных коэффициентов технологичности рассматриваемого изделия на основании формул (3.3) – (3.7):

,



На основании полученных частных коэффициентов технологичности по формуле (3.2) производим расчет совокупного коэффициента технологичности изделия:



Полученное значение совокупного коэффициента технологичности изделия является высоким и является достаточным для изготовления рассматриваемого ваттметра в условиях среднесерийного производства с предусматриваемым обеспечением автоматизации и механизации производственного процесса.

Качественную оценку технологичности производим на основании анализа оригинальных деталей, а также элементной базы ваттметра проведенных в разделе 2. На основании выполненного анализа можем сделать вывод о высокой технологичности изделия по таким пунктам как:

- малое количество оригинальных деталей является достаточным условием упрощения процесса сборки изделия в условиях конвейера, а также дает возможность широкой дифференциации производственного процесса;

- простота оригинальных деталей, а также возможность их прогрессивного формообразования позволяет сократить затраты на подготовку производства, а также само изготовление и утилизацию;

- сокращение номенклатуры ЭРЭ и использование только лишь стандартизированной элементной базы позволяет упростить сборку печатных узлов изделия путем использования операций групповой пайки и т.д.

**4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ**

**4.1 Технологический анализ методов соединения**

Технологический анализ методов соединения проводим на основании частичного пакета конструкторской документации к рассматриваемому ваттметру (а в частности сборочного чертежа ГКИЮ 423119.002 СБ) с целью дальнейшего воспроизведения процесса сборки и монтажа изделия в виде ТСС и маршрутного ТП. Результаты анализа представляем в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический анализ методов соединения

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конструктивные  составляющие | | Метод  соединения\* | Характеристика соединения\*\* | Дополнительные конструктивные элементы и материалы | Возможность автоматизации, механизации | Необходимость специальной оснастки | Вид расходуемой энергии\*\*\* |
| Панель | Амортизатор | С | Н | Клей | + | Дозатор | М |
| Панель | Розетка ОНП | Р | Р | Резьб. Крепеж | + | Отвертка | М |
| Панель | Индикатор | Р | Р | Резьб. Крепеж | + | Ключ | М |
| Панель | Светодиод | С | Н | - | - | Дозатор | М |
| Панель | ЭРЭ | К | Р | - | - | - | М |
| Крышка | Плата | Р | Р | Резьб. Крепеж | + | - | М |
| Крышка | Розетка | К | Р | - | - | Отвертка | М |
| Монтаж жгута, проводников | | П | У | ПОС-61 | - | Паяльник | Т |

*Примечание к таблице 4.2.* Сокращенным обозначениям соответствуют: \*Р/ О/С/П/К – резьбовое/оплавление/клеевое/пайка/конструкционное; \*\*Р/Н/У – разъемное/неразъемное/условно-разъемное соединение; \*\*\*М/Т – механическая/тепловая энергия.

В результате технологического анализа соединений можно сделать вывод о возможности частичной механизации процесса изготовления рассматриваемого изделия, обусловленной использованием типовых для среднесерийного производства методов соединений (резьбовое, клеевое и др.), при сборке конструктивных составляющих, что в свою очередь дает возможность использования конвейерной сборки при производстве прибора.

**4.2 Разработка ТСС изделия**

На основании рассмотренных методов соединения деталей и узлов изделия, а также составления КСС изделия (см. раздел 2), составляем ТСС рассматриваемого ваттметра, с полным разбиением сборочных единиц на детали и указанием метода соединений. Причем следует учесть, что для выбранного среднесерийного производства необходимым условием будет применение структуры схемы с использованием двух общих базовых деталей. ТСС изделия приведена в приложении Б.

На основании составленной ТСС ваттметра можно сделать вывод о возможности производства изделия с использованием приемлемых для выбранного производства методов сборки и монтажа, возможности широкой дифференциации операций, а также получения достаточно необходимой ритмичности производства. Составленная ТСС дает возможность оценки и выбора необходимых операций сборки и монтажа изделия, требуемых для составления маршрутного ТП производства рассматриваемого ваттметра.

# 5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА СБОРКИ

## 5.1 Выбор и обоснование основных технологий

Группирование изделий по конструктивным и технологическим признакам в соответствии с ГОСТ 14.301-73 является обязательным этапом, предшествующим разработке технологических процессов. ГОСТ 14.301-73 предусматривает два вида технологических процессов: единичный и типовой.

Единичный технологический процесс разрабатывается для изготовления изделий одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс разрабатывается для изготовления в конкретных производственных условиях типового представителя группы изделий, обладающих общими конструкторско-технологическими признаками. К типовому представителю группы изделий относят изделие, отработка которого требует наибольшего количества основных и вспомогательных операций, характерных для изделий, входящих в эту группу.

Типовой технологический процесс применяется как информационная основа при разработке рабочего технологического процесса, как рабочий технологический процесс, при наличии всей необходимой информации для изготовления детали.

Типизация технологических процессов согласно ГОСТ 14.301-73 устраняет многообразие технологических процессов сведением их к ограниченному числу типов. При планировании и описании маршрутного техпроцесса изготовления рассматриваемого ваттметра в качестве основы предполагается использование типовых ТП сборки и монтажа. Предполагается использование типовых технологий применительно следующих операций: групповая пайка волной, формовка выводов ЭРЭ, армирование платы, автоматизированная установки части ЭРЭ.

Типизация при составлении маршрутного техпроцесса обусловлена выбором и обоснованием изготовления изделия в условиях среднесерийного производства, а также необходимостью повышения качества (например, при пайке печатной платы с металлизацией отверстий) и снижению трудоемкости (автоматизация сборки печатного узла) производства.

## 5.2 Планирование и организация производственного процесса

При организации производственного процесса изготовления рассматриваемого ваттметра необходимо учитывать следующие основные правила:

- выполнение в первую очередь операций, связанных механическим воздействием на начальных этапах производства;

- независимость операций (каждая последующая операция не должна мешать выполнению начальной, а также разрушать ее результат);

- обеспечение кратчайшего пути прохождения изделия по всем фазам и операциям и т.д.

Из существующих видов организации производственного процесса наиболее приемлемой для рассматриваемого изделия при среднесерийном производстве является параллельная сборка – одновременное выполнение частей или всего технического процесса, что приводит к сокращению производственного процесса. Предполагается использование конвейера, как транспортера для передвижения изделия внутри участков и цеха. Принимаемый же тип продвижения изделия – пульсирующий конвейер (рабочий на месте за определенное время проделывает заданный объем работ с изделием, а потом предает изделие на следующее рабочее место, где другой рабочий в это время должен закончить свой объем работ касательно ранее полученного изделия). Так как предполагается широкая дифференциация операций техпроцесса для рассматриваемого изделия, следовательно, наиболее приемлемым с точки зрения экономической стороны организации работ, будет использование одного рабочего места на выполнение одной операции.

В соответствии с последовательностью сборки изделия разрабатываем план цеха основной сборки (цех 46), а также участка №6 (основные сборочные операции). Планировка производственного процесса представлена в приложении Д.

## 5.3 Разработка маршрутного ТП

На основании рассмотрения и выбора основных технологий, организации и планирования производства, а также КСС и ТСС, составляем маршрутный технологический процесс изготовления рассматриваемого ваттметра (приведен в приложении В). Составление производим, согласно норм, используемых при составлении технологических процессов производства РЭА [2].

Составленный техпроцесс полностью показывает порядок сборки изделия, с учетом разбиения на отдельные участки и цеха. Также он отображает направление и порядок движения компонентов сборки от начальной операции до заключительной. Маршрутный техпроцесс позволяет наглядно представить и оценить движение по сборочному участку ЭРЭ, деталей, сборочных единиц и материалов.

# 6. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор оборудования, оснастки и инструмента, используемого при производстве рассматриваемого ваттметра, будем осуществлять на основании следующих требований, как высокая продуктивность, заданная точность, а также стабильность и оптимальная стоимость выполнения операций.

Все это в свою очередь должно быть отражено в правильном обосновании выбора типов оборудования в соответствии с эксплуатационно-стоимостными характеристиками, а также условием достаточно высокой стандартизации. В соответствии с этим производим выбор таких основных видов оборудования, оснастки и инструмента:

1) Оборудование - автомат для формовки выводов радиоэлементов (ГГ-1611), полуавтомат для установки и развальцовки лепестков (ГГ-2161), полуавтомат для установки ЭРЭ УР-5 (ГГ-2387), автомат для пайки волной ЛПМ – 150, паяльник U=36 В, P=90 Вт ГТО.8.38-1012;

2) Приспособления и оснастка - приспособление для формовки выводов ГГ-1944-4003, приспособление для зачистки и подготовки проводов SQL 4902 ,тара для флюса, тара для припоя, тара для ЭРЭ, накопители, каретка;

3) Инструмент - электромеханическая отвертка, острогубцы ОТ125 ОСТ 4ГО.060.013, двусторонний гаечный ключ плоский с размером зева 4х5, угловой пинцет-захват ПЗУ 120 ОСТ 4ГО.060017, отвертка ПМ2\*50 ТУ 206М.19-83, Кисточка беличья №2.

Все выбранное оборудование, оснастка и инструмент являются типовыми и широко используются при производстве РЭА. Приведем некоторые эксплуатационно-технические характеристики оборудования в виде таблицы:

Таблица 6.1 – Характеристики технологического оборудования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип оборудования | Параметр | Значение |
| 1 | 2 | 3 |
| Автомат для формовки выводов радиоэлементов ГГ-1611 | Производительность, шт/ч | 3000 |
| Вид установки | Навесные ЭРЭ |
| Система подачи | Транспортер |
| Габариты, мм | 2090×800 |
| Полуавтомат для  развальцовки лепестков ГГ-2161 | Цикл срабатывания, с | 0.75 |
| Габариты платы, мм | 40×50×1 - 290×250×3 |
| Диаметр лепестков, мм | 0.6; 0.8; 1 |
| Высота над платой, мм | 4-10 |
| Потребляемая мощность, Вт | 500 |
| Габариты, мм | 660×635×395 |
| Автомат для пайки волной ЛПМ – 150 | Производительность, ПП/час | 40 |
| Габариты платы, мм | 250×250 |
| Система подачи | Транспортер |
| Габариты, мм | 1520×1200 |
| Полуавтомат для  установки ЭРЭ УР-5  ГГ-2387 | Цикл работы, с | 1.4 |
| Габариты платы, мм | 250×160×3 |
| Тип ЭРЭ | МЛТ 0.125 – 0.5 |
| Потребляемая мощность, Вт | 180 |
| Габариты, мм | 730×600×520 |

Таким образом, можно сделать вывод о том, что все выбранное оборудование, инструмент и оснастка является более предпочтительным, перед другими типами оборудования, т.к. соответствует всем предъявленным выше требованиям, и дает возможность его использования применительно разработанного маршрутного ТП изготовления изделия.

# 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Проектирование операции для рассматриваемого ваттметра производим на основании составления маршрутного техпроцесса производства. Проектирование операций включает в себя:

- составление чертежей операционных эскизов для монтажно-сборочных операций;

- описание содержания заданных операций в виде перечня переходов в опре-деленной последовательности;

- составление комплектовочных карт для заданных операций;

- выбор параметров режимов работы технологического оборудования;

- выбор приспособлений, технологического оснащения и инструментов;

- технологическое нормирование;

- задание на разработку специальной оснастки (при необходимости).

Согласно ГОСТ 3.1118-82 описания операций заносятся в операционную карту. Для трех операций, заданных руководителем, (ручная установка микросхем, установка индикатора и резистора, монтаж проводников) производим составление описания переходов, операционные эскизов и комплектовочных карт.

Таким образом, в ходе проектирования операций технологического процесса были разработан частичный комплект технологической документации: операционные карты для всех операций ТП с попереходной расшифровкой заданных операций, составлены операционные эскизы и комплектовочные карты для заданных операций. Вся технологическая документация была оформлена на бланках в соответствии с ГОСТ 3.1105-84, и будет подшита к пояснительной записке к курсовому проекту.

8. НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Нормирование технологического процесса для рассматриваемого ваттметра производим для наиболее трудоемкой операции – это "110 Установка индикатора и переменного резистора". Необходимостью данного нормирования является оптимизация технологического процесса изготовления изделия на производстве, а также возможность обоснования программы выпуска.

Как было выше установлено предполагаемая программа выпуска изделий 50000 шт. в год, 125 рабочих дней в одну рабочую смену (8 часов) по 400 изделий.

Нормирование технологического процесса производим по методике [3]:

(8.1)



где - основное время операции для одного изделия, *с*;



- время, затраченное на -ый переход для сменной партии изделий, *с*;



- количество изделий за смену.



Штучное время на одно изделие из партии рассчитываем по формуле:

(8.2)



где - дополнительное время, *с*;



- время обслуживания оборудования, *с*;



- время отдыха, *с*.



Дополнительное время для выполнения операций рассчитываем по формуле:

(8.3)



где *К* – процентный коэффициент (*К=10÷25 %*).

Сумму основного и дополнительного времени называют операционным .



Значение времени обслуживания и отдыха составляют определенную часть от операционного времени, и вычисляется как:

(8.4)



Штучно-калькуляционное время же для изделия рассчитывается по формуле:

(8.5)



где - время подготовки к работе.



Для более наглядного проведения расчета распишем операцию по переходам:

1. Установить панель в вертикальное положение – *3с*.



1. Установить и зафиксировать индикатор, согласно операционного эскиза – *5с.*



1. Извлечь из тары шайбы и установить согласно операционного эскиза – *4с*.



1. Извлечь из тары гайки и наживить согласно операционного эскиза – *6с*.



1. Затянуть поочередно гайки с усилием 2.5Н - *7с.*



1. Стопорить гайки краской - *5с.*



1. Извлечь из тары резистор и установить согласно операционного эскиза – *20с.*



1. Извлечь из тары ручку и установить согласно операционного эскиза – *10с.*



По формуле (8.1) рассчитываем основное время операции для изделия:

.



По формуле (8.3) рассчитываем дополнительное время операции и операционное время:



По формуле (8.4) находим значение времени обслуживания и отдыха:



Зная все составляющие, рассчитываем штучное время для одного изделия партии по формуле (8.2):



Далее находим штучно-калькуляционное время для изделия и изделий за время по формуле (8.5):



Так как фонд сменного рабочего времени составляет приблизительно 29376с, то избранная программа выпуска является экономически не обоснованной, т.е. производство такой партии продукции возможно лишь при: разделении операции на большее количество рабочих мест, либо введением многосменного рабочего дня.

**9. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И МОНТАЖА**

Технологический процесс, разработанный в данном курсовом проекте, имеет ряд недостатков, снижающих эффективность производства рассматриваемого ваттметра.

Например, нормирование времени изготовления данного изделия (раздел 8) показало, что выполнение заданной программы выпуска (50000 шт. в год) при условии односменной загруженности производства 125 дней в году невозможно. Это обусловлено превышением времени необходимым на изготовление дневной партии (400 шт.) данных ваттметров, фонда времени одной рабочей смены. Однако рассчитанное операционное время является необходимо достаточным для выполнения ряда операций, связанных с циклом работы автоматического или полуавтоматического технологического оборудования (например, пайка волной). Поэтому с целью оптимизации процесса производства предлагается либо сократить полугодовую партию изделий до 40000 шт., либо ввести посменный график работы (корректировать недельный план работы с помощью введения дополнительных смен), либо разбить и совместить с другими наиболее трудоемкие операции.

Наиболее обоснованными, с точки зрения организации производства, являются 3-ий и 4-ый пункты, т.к. при их применении возможно достижение высокой продуктивности и качества проводимых работ.

Оценка трудоемкости операций разработанного технологического процесса показала необходимость синхронизации времени менее трудоемких операций с другими. Это требование является необходимым для обеспечения экономически целесообразного использования оборудования, а также рабочей силы.

Анализ технологичности изделия, проведенный в разделе 3, показал соответствие конструкции прибора, предъявляемым для среднесерийного производства требованиям. Однако с целью повышения технологичности при изготовлении изделия, а также обеспечения более высокой продуктивности и экономической целесообразности выпуска предлагается внесения ряда конструктивных изменений, например таких как: замена ряда резьбовых соединений защелками, а также изменение конструкции печатной платы с целью замены лепестков разъемом для объемного монтажа и т.д.

Комлексное же использование всех выше указанных изменений является предпосылкой продуктивного, качественного и экономически обоснованного изго-товления рассматриваемого ваттметра в условиях избранного среднесерийного производства.

**ВЫВОДЫ**

В ходе выполнения курсового проекта была разработана технология изготовления ваттметра в условиях среднесерийного производства, на стадии технологического проектирования. В ходе проектирования были выполнены следующие работы: проведен анализ технологичности прибора, анализ конструктивных составляющих, составлены конструкторская и технологическая схемы сборки прибора, составлен маршрутный техпроцесс сборки изделия, произве-ден выбор и обоснование основных вопросов по организации производства и выбо-ру технологического оборудования. Также были рассмотрены предложения по опти-мизации технологического процесса сборки и монтажа, а также конструкции прибо-ра. В работе решены и другие задачи.

Результатом выполнения курсового проекта стало оформление частичного комплекта технологической документации к разрабатываемому прибору, а также на-писание пояснительной записки.

##### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт №5-№7 з дісципліни "Основи технології і автоматизації виробництва РЕЗ" для студентів спеціальностей 8.091001 "Виробництво електронних засобів" усіх форм навчання/Укл.: В.О.Височін, -О.С.Пономаренко.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2002-38с.

2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дісципліни "Технологія і автоматизація виробництва РЕЗ" для студентів спеціальності 8.091001 "Виробництво електронних засобів" усіх форм навчання/Укл.: В.О.Височін, -О.С.Пономаренко.-Запоріжжя: ЗДТУ, 2001-16с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт №8-№10 з дісципліни "Основи технології і автоматизації виробництва РЕЗ" для студентів спеціальностей 8.091001 "Виробництво електронних засобів" усіх форм навчання/Укл.: В.О.Височін, -О.С.Пономаренко.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2002-43с.

4. Павловский В.В., Васильев В.И., Гутман Т.Н. Проектирование технологи-ческих процессов изготовления РЭА. Пособие по курсовому проектированию: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1982 – 160 с., ил.

5. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов /И.П. Бушминский, О.Ш. Даутов, А.П.Достанко и др.; Под ред. А.П.Достанко, Ш.М.Чабдарова. – М.: Радио и связь, 1989 – 624 с.: ил.