

- 4 Что представляет собой производственная технологичность?
- 5 Что представляет собой эксплуатационная технологичность?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ

*Цель работы:* приобретение практических навыков разработки технологической схемы сборки изделия.

### Теоретические сведения

*Технологическим процессом сборки* называют совокупность операций, в результате которых детали соединяются в сборочные единицы, блоки, стойки, системы и изделия. Простейшим сборочно-монтажным элементом является деталь, которая согласно ГОСТ 2.101–68 характеризуется отсутствием разъемных и неразъемных соединений.

Сборочная единица является более сложным сборочно-монтажным элементом, состоящим из двух или более деталей, соединенных разъемным или неразъемным соединением. Характерным признаком сборочной единицы является возможность ее сборки отдельно от других сборочных единиц.

Сборка по принципу *концентрации операций* заключается в том, что на одном рабочем месте производится весь комплекс работ по изготовлению изделия или его части. При этом повышается точность сборки и упрощается процесс нормирования. Однако большая длительность цикла сборки и трудоемкость механизации сложных сборочно-монтажных операций ограничивают применение такой формы рамками единичного и мелкосерийного производства.

*Дифференцированная сборка* предполагает расчленение сборочно-монтажных работ на ряд последовательных простых операций. Это позволяет легче механизировать и автоматизировать работы, использовать рабочих низкой квалификации. Сборка по принципу дифференциации операций эффективна в условиях серийного и массового производства. Однако чрезмерное дробление операций приводит к возрастанию потерь вспомога-

ного времени на транспортирование, увеличению производственных площадей, повышению утомляемости рабочих при выполнении несложных однообразных действий.

*Параллельность сборки* – одновременное выполнение частей или всего технологического процесса – приводит к сокращению производственного цикла. Использование этого принципа обусловлено конструкциями РЭА, степенью их расчленения на сборочные единицы. Наибольшими возможностями с технологической точки зрения обладают два вида обеспечения параллельности процессов: изготовление и сборка на многопредметных поточных линиях одновременно нескольких изделий; совмещение на автоматизированных поточных линиях изготовления деталей с их сборкой.

Сборку РЭА проводят в три этапа:

*на первом этапе* (механическая сборка):

- 1) выполняют неразъемные соединения деталей с шасси, рамой, платой (сварка, пайка, развальцовка, склеивание и т. д.);
- 2) устанавливают крепежные детали (угольники, лепестки и т. д.);
- 3) выполняют разъемные соединения частей блоков;
- 4) закрепляют крупногабаритные элементы собственными крепежными элементами;

*на втором этапе* (электрический монтаж):

- 1) выполняют заготовительные операции (подготовка проводов, жгутов, кабелей, выводов ЭРЭ);
- 2) устанавливают навесные ЭРЭ и микросхемы на платы;
- 3) выполняют электрические соединения (монтаж) в соответствии с электрической принципиальной или электромонтажной схемами;

- 4) ведут межблочные соединения (жгутами, разъемами);

- 5) контролируют качество монтажа;

*на третьем этапе* (общая сборка изделия):

- 1) собирают шасси, передние панели;
- 2) устанавливают кожухи, закрепляют регулировочные элементы, ручки;
- 3) выполняют регулировочные работы;
- 4) осуществляют контроль и маркировку.

По технологическим схемам сборки изделия выявляют основные сборочные операции, определяют ритм выпуска изделия.



*Технологическая схема сборки изделия* является одним из основных документов, составляемых при разработке технологического процесса сборки. Расчленение изделия на сборочные элементы проводят в соответствии со схемой сборочного состава, при разработке которой руководствуются следующими принципами:

- схема составляется независимо от программы выпуска изделия на основе сборочных чертежей, электрической схемы изделия;
- сборочные единицы образуются при условии независимости их сборки, транспортировки и контроля;
- минимальное число деталей, необходимое для образования сборочной единицы первой ступени сборки, должно быть равно двум;
- минимальное число деталей, присоединяемых к сборочной единице данной группы для образования сборочного элемента следующей ступени, должно быть равно единице;
- схема сборочного состава строится при условии образования наибольшего числа сборочных единиц;
- схема должна обладать свойством непрерывности, то есть каждая последующая ступень сборки не может быть осуществлена без предыдущей.

Включение в схему сборочного состава характеристик сборки превращает ее в технологическую схему сборки. Наиболее широко применяются *схемы сборки «веерного» типа* (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Схема сборки «веерного» типа

Стрелками показано направление сборки деталей и сборочных единиц. Достоинством схемы является ее простота и наглядность, но она не отражает последовательности сборки во времени.

Схема сборки с базовой деталью (рисунок 2.2) указывает временную последовательность сборочного процесса.

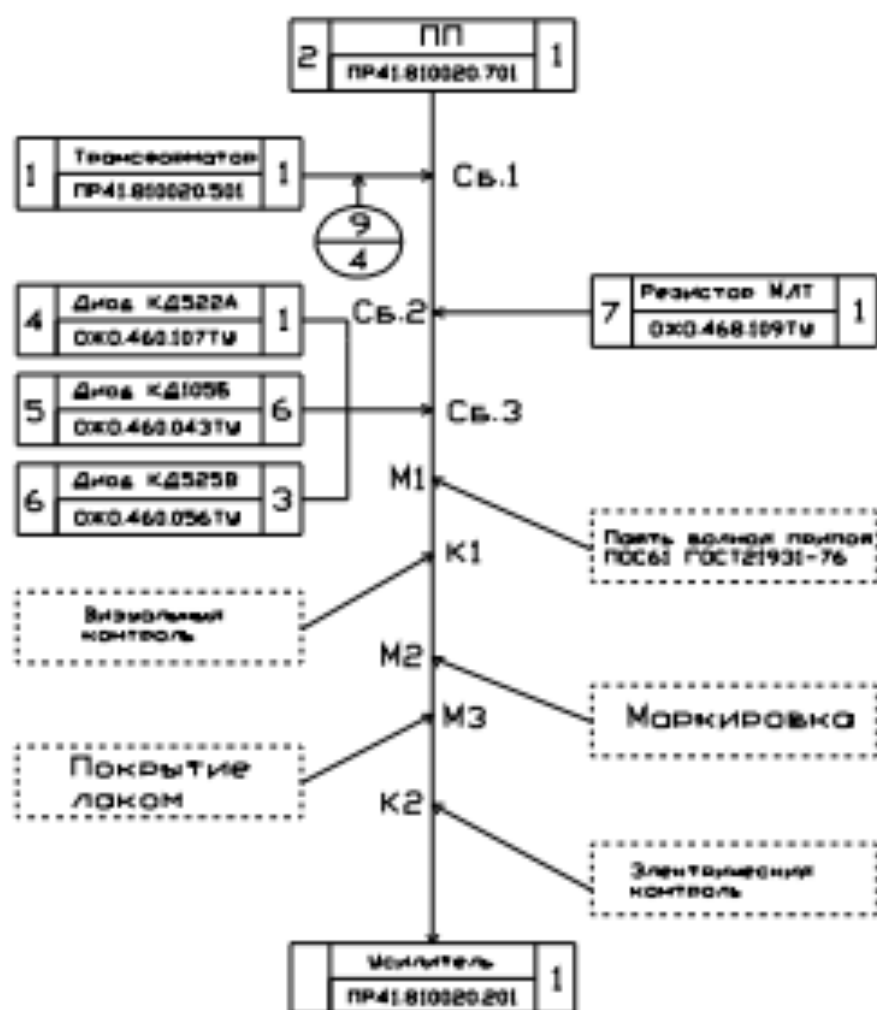


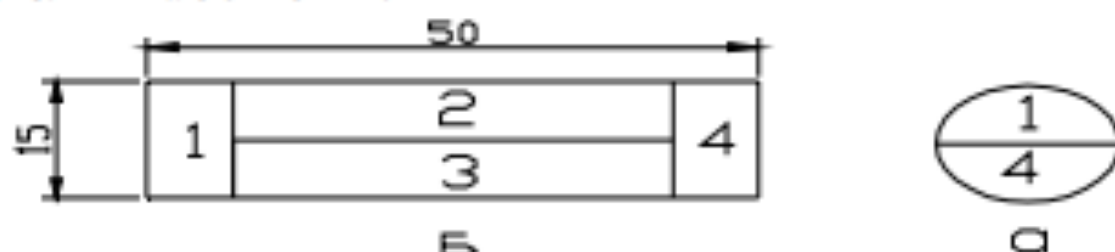
Рисунок 2.2 – Схема сборки с базовой деталью

При такой сборке необходимо выделить базовый элемент, то есть базовую деталь или сборочную единицу. В качестве базовой выбирают ту деталь, поверхности которой будут впоследствии использованы при установке в готовое изделие. В большинстве случаев базовой деталью служат: плата, панель, шасси и другие элементы несущих конструкций изделия. Направление движения деталей и сборочных единиц на схеме показывается стрелками, а прямая линия, соединяющая базовую деталь и изделие, называется *главной осью сборки*. Точки пересечения осей сборки, в которые подаются детали или сборочные единицы, обозначаются как элементы сборочных операций, например: Сб. 1–1, Сб. 1–2 и т. д., а точек пересечения вспомогательной оси с главной – Сб. 1, Сб. 2 и т. д.

При построении технологической схемы сборки каждую деталь или сборочную единицу изображают в виде прямоугольника (рисунок 2.3, а), в котором указывают позицию детали по спе-



цификации 1, ее наименование 2 и обозначение 3 согласно конструкторскому документу, а также количество деталей 4, подаваемых на одну операцию сборки. Рекомендуемые размеры прямоугольника 50×15 мм.



а – деталей и сборочных единиц, б – крепежа

Рисунок 2.3 – Обозначения элементов технологической схемы:

Допускается изображение нормализованных или стандартных крепежных деталей в виде круга диаметром 15 мм, в котором указывают позицию по спецификации 1 и количество деталей 4 (рисунок 2.3, б). При наличии на операции нескольких позиций стандартных крепежных деталей допускается круг делить вертикальной линией пополам и обозначать в нем сразу две позиции.

Технологические указания по выполнению сборочных операций или электрического монтажа помещают в прямоугольник, ограниченный штриховой линией, а место его выполнения указывают наклонной стрелкой в точку, соответствующую данной операции. Так, на технологических схемах сборки оговаривают характер выполнения неразъемных соединений, например: сварку, пайку, склеивание, запрессовку и т. д.; применяемый материал при сборке; характер операций монтажа элементов: волной припоя, электропаяльником и т. д.; характер операций влагозащиты изделия, контроля и маркировки.

Для определения количества устанавливаемых ЭРЭ и ИМС на платы в ходе выполнения сборочных операций необходим предварительный расчет ритма:

$$r = \frac{\Phi_d}{N}, \text{ мин/шт.}, \quad (2.1)$$

где  $\Phi_d$  – действительный фонд времени за плановый период;

$N$  – программа выпуска.

$$\Phi_d = Dst60K_{г. пер}, \text{ мин} \quad (2.2)$$

где  $D$  – число рабочих дней за плановый период;

$s$  – число смен;

$t$  – продолжительность смены в часах;

$K_{г.пер}$  – коэффициент, учитывающий время регламентированных перерывов в работе линии (0,94÷0,95).

Количество элементов, устанавливаемых по  $i$ -й операции, должно учитывать соотношение

$$0,9 < T_i < 1,2, \quad (2.3)$$

где  $T_i$  – трудоемкость  $i$ -й операции сборки.

Возможно размещение в одну операцию числа элементов, трудоемкость установки которых кратна ритму. При этом увеличивается число рабочих мест для выполнения данной операции в соответственное число раз.

Разработке технологических схем сборки способствует оптимальная дифференциация работ, что значительно сокращает длительность производственного цикла. Рациональность разделения объема работ на операции в условиях автоматизированного поточного производства определяется ритмом сборки, то есть каждая операция должна быть равна или кратна ритму.

В условиях непоточного производства рациональные границы дифференциации определяются:

- однородностью выполняемых работ;
- получением законченной части сборочной единицы;
- независимостью сборки, хранения, транспортирования от других сборочных единиц;
- возможностью использования автоматизированного технологического оборудования, удобством планирования рабочих мест и участков;
- минимальным удельным весом вспомогательного времени в операции;
- типовыми и групповыми ТП.

После разработки схемы сборочного состава рассчитывают следующие коэффициенты:

1) среднюю полноту сборочного состава (количество сборочных единиц на каждой ступени сборки):

$$E_{ср} = \frac{E}{(K-1)}, \quad (2.4)$$

где  $E$  – общее количество сборочных единиц в схеме сборочного состава:



$$E = \sum_{i=1}^k m_i, \quad (2.5)$$

$m_i$  – число групп, подгрупп, сборочных единиц;

$k$  – показатель степени сложности сборочного состава, равный количеству ступеней сборки изделия;

2) показатель расчлененности данного процесса сборки:

$$M = \frac{n}{E}, \quad (2.6)$$

где  $n$  – число рабочих операций, определенных для конкретных условий производства (при  $M < 1$  ТП концентрирован, при  $M > 1$  – ТП дифференцирован);

3) коэффициент средней точности сборочных работ:

$$K_{\text{ср. сб}} = \frac{kq}{E}, \quad (2.7)$$

где  $k$  – показатель качества точности;

$q$  – число сборочных единиц данного качества точности;

4) коэффициент сборности изделия:

$$K_{\text{сб}} = \frac{E}{(E + D)}, \quad (2.8)$$

где  $D$  – количество деталей.

Правильно выбранная схема сборочного состава позволяет установить рациональный порядок комплектования сборочных единиц и изделия в процессе сборки. При переходе от схемы сборочного состава к технологической схеме сборки и расположения операций во времени необходимо учитывать следующее:

- сначала выполняются те операции ТП, которые требуют больших механических усилий и неразъемных соединений;
- активные ЭРЭ устанавливаются после пассивных;
- при наличии малогабаритных и крупногабаритных ЭРЭ в первую очередь собираются малогабаритные ЭРЭ;
- заканчивается сборочный процесс установкой деталей подвижных соединений и ЭРЭ, которые используются в дальнейшем для регулировки;
- контрольные операции вводят в ТП после наиболее сложных сборочных операций и при наличии законченного сборочного элемента;

- в маршрутный технологический процесс вводят также те операции, которые непосредственно не вытекают из схемы сборочного состава, но их необходимость определяется ТТ к сборочным единицам, например влагозащита и т. д.

### **Порядок выполнения работы**

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 Получить индивидуальное задание.
- 3 Выполнить индивидуальное задание:
  - выбрать тип технологичной схемы сборки;
  - разработать технологичную схему сборки;
  - рассчитать показатели сборности.
- 4 Оформить отчет по работе.

### **Содержание отчета**

- 1 Цель работы.
- 2 Результаты выполнения индивидуального задания.
- 3 Выводы по работе.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Что представляет собой процесс сборки?
- 2 Что представляет собой схема сборки «всерного» типа?
- 3 Что представляет собой схема сборки с базовой деталью?
- 4 Чем отличается сборка по принципу концентрации от дифференцированной сборки?
- 5 Какими принципами необходимо руководствоваться при разработке технологической схемы сборки?
- 6 Какие этапы сборки выделяют?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 РАЗРАБОТКА МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

*Цель работы:* приобретение практических навыков разработки маршрутного технологического процесса.

### **Теоретические сведения**

Проектирование ТП осуществляется для изделий, конструкция которых отработана на технологичность и включает в общем случае следующий комплекс взаимосвязанных работ: