Гусева Р. И.
R. I. Guseva

ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ КОНТЕЙНЕРА ТОРМОЗНОГО ПАРАШЮТА САМОЛЕТА
ON ASPECTS OF AIRCRAFT BRAKING PARACHUTE CONTAINER ASSEMBLING

Гусева Роза Ивановна – кандидат технических наук, профессор кафедры «Технология самолетостроения», зам. декана самолетостроительного факультета Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: r_guseva@knastu.ru.

Mrs. Roza I. Guseva – PhD in Engineering, Professor, Aircraft Building Technology Department, Deputy Dean of Aircraft Building Faculty, Komsomolsk-on-Amur State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: r_guseva@knastu.ru.

Аннотация. Рассмотрены особенности сборочных операций на примере сборки контейнера тормозного парашюта самолета, приведена методика оценки точности сборки, выбран метод увязки для обеспечения взаимозаменяемости контейнеров тормозных парашютов, предложен вариант контейнера с разрезной внутренней обшивкой вместо сварной. Приведен вариант схемы членения контейнера, который обеспечивает оптимальный цикл сборки. Использован плазово-эталонный метод обеспечения взаимозаменяемости контейнеров, выбрано базирование по внешней поверхности обшивки. Проведена оценка точности сборки внешнего контура контейнера с использованием вероятностной методики расчета ожидаемой точности с привлечением статистических характеристик и отклонений размеров деталей и оснастки. Представлен перечень директивных сборочных операций для сборки контейнера, определен цикл основных сборочных операций и цикл сборки контейнера тормозного парашюта при организации односменной работы в сутки. Предложен вариант модернизации конструкции внутренней обшивки для обеспечения лучших условий труда при сборке. Для составления схемы сборки контейнера тормозного парашюта разработаны условия поставки основных деталей и сборочных единиц на сборку.

Summary. The features of assembly operations are considered using the example of assembling an aircraft braking parachute container; a method for estimating the assembly accuracy is presented; a method of linking is chosen to ensure the interchangeability of the brake parachute containers; a variant of a container with a split inner shell instead of a welded one is proposed. A variant of the container partitioning scheme that provides the optimal assembly cycle is given. A flat-standard method was used to ensure the interchangeability of containers, the basing on the outer surface of the skin was chosen. The accuracy of assembling the outer contour of the container was estimated using the probabilistic technique of calculating the expected accuracy with the use of statistical characteristics and deviations in the dimensions of parts and equipment. The list of directive assembly operations for the container assembly is presented, the cycle of the main assembly operations and the assembly cycle of the brake parachute container are determined in the organization of one-shift work per day. A variant of modernization of the internal cladding design is proposed to provide better working conditions during assembly. For the drawing up of the scheme for assembling the container of the brake parachute, conditions for the delivery of the main parts and assembly units for the assembly have been developed.

Ключевые слова: точность, взаимозаменяемость, способы базирования, агрегат, плазово-шаблонный, технология сборки.

Key words: accuracy, assembly, replace, substitute, assembly, aircraft, pattern, mould.

УДК 629.735

Отсек тормозного парашюта, куда укладывается тормозной парашют, состоит из отсека блока коммутации, в котором находятся два блока выброса; из контейнера тормозного парашюта (КТП), в котором расположены замок тормозного парашюта и сами тормозные парашюты. Также в отсек тормозного парашюта входят конус, который откидывается перед выпуском парашюта, и бортовые правый и левый обтекатели под антенны (см. рис. 1).

Рис. 1. Отсек тормозного парашюта

Контейнер тормозного парашюта без внешних обшивок представлен на рис. 2.

При сборке КТП должен отвечать определенным условиям по точности размеров и формы. КТП должен также обладать внутренней и внешней взаимозаменяемостью. Чтобы обеспечить эти два условия при сборке контейнера необходимо использовать сборочные приспособления, специальные способы базирования отдельных деталей и специальные методы взаимозаменяемости.

Рис. 2. Контейнер тормозного парашюта без внешних обшивок

В соответствии с теоретическим определением взаимозаменяемостью называется свойство конструкции составной части изделия обеспечивать возможность её применения вместо другой такой же части без дополнительной обработки с сохранением заданного качества изделия, в состав которого она входит.

Точностью какого-либо размера называется степень соответствия его действительного значения, заданного проектом, теоретическому значению. Под точностью сборочного контура понимают степень соответствия геометрических параметров готового изделия параметрам, заданным в чертежах и технических условиях.

Взаимозаменяемость и точность являются важнейшими технологическими показателями качества изделия.

Для разработки технологического процесса сборки контейнера вначале необходимо составить схему его членения (см. рис. 3).

Рис. 3. Схема членения контейнера тормозного парашюта

Разработанная схема членения дает возможность организовать сборочные процессы и получить оптимальное количество подборок, входящих в контейнер.

Для сборочного процесса контейнера используют плазово-шаблонный метод взаимозаменяемости и разрабатывают схему увязки размеров изделия и оснастки (см. рис. 4). В представленной схеме ШКС – шаблоны контура сечений.

Точность сборки определяют производственные погрешности, которые появляются в процессе изготовления жестких носителей размеров (шаблонов, эталонов, слепков), и погрешности, которые появляются при проведении сборочных работ (погрешности увязки, погрешности клепки, температурные погрешности).

При расчете точности сборки оперируют различными типами производственных погрешностей, их разделяют на три основные группы:

1. погрешности изготовления рабочего носителя размеров (шаблона) $\delta_{\text{шабл}}$ или сборочного приспособления $\delta_{\text{пр}}$, погрешности базовой детали $\delta_{\text{баз}}$, погрешности калибра узла или разъема $\delta_{\text{к}}$;
2. погрешности увязки контуров базовой и устанавливаемой детали $\delta_{\text{кон (б-у)}}$, увязки приспособления и детали $\delta_{\text{кон (пр-дет)}}$, увязки двух сборочных приспособлений $\delta_{\text{шаблон (пр-пр)}}$;
3. погрешности, не зависящие от применяемого метода сборки: погрешности клепки $\delta_{\text{кл}}$, температурные погрешности $\delta_{\text{темп}}$, погрешности за счет деформации нежестких деталей $\delta_{\text{деф}}$, погрешности изменения толщины обшивки $\delta_{\text{обш}}$.

Рис. 4. Схема увязки размеров деталей и оснастки для обеспечения взаимозаменяемости контейнера тормозного парашюта при плазово-шаблонном методе

Для обеспечения точности сборного контура КТП выбрано базирование по внешней поверхности обшивки. В этом случае сборочной базой являются рабочие поверхности рубильников сборочного приспособления – стапеля (ложементы), которые копируют теоретический контур внешней обшивки КТП.

При выбранном способе базирования уравнение погрешности сборки контейнера парашюта запишется

$$0,6\delta_{сб} = \delta_{пр} + \delta_{кон(пр-дет)} K_{приж} , \quad (1)$$

где $\delta_{сб}$ – точность сборки внешнего контура готового агрегата; $\delta_{пр}$ – погрешность изготовления и монтажа базовых элементов стапеля; $\delta_{кон(пр-дет)}$ – погрешность увязки базовых размеров стапеля и устанавливаемой детали; $K_{приж}$ – коэффициент прижима рубильников к изделию.

После разработки схемы увязки и определения отклонений размеров по этапам (верхнее отклонение – ВО и нижнее отклонение – НО), выбрана следующая схема увязки оснастки и детали:

где ТЧ – теоретический чертеж; ШКК – шаблон контроля контура; ШЗ – шаблон заготовки; ШП – шаблон приспособления; ПК – шаблон в плаз-кондукторе.

На основе принципов теории вероятности и теории сборочных размерных цепей решение уравнения погрешностей (1) сводится к определению двух основных статистических характеристик: координаты центра группирования погрешностей сборки Δ_{Σ} и среднеквадратичного отклонения или половины поля допуска замыкающего звена δ_{Σ} .

Тогда погрешность замыкающего размера $\Delta_{зам}$ определится как сумма найденных значений этих двух статистических характеристик:

$$\delta\Delta_{зам} = \Delta_{\Sigma} + \delta_{\Sigma}.$$

Формулы для определения статистических характеристик следующие:

$$\Delta_{\Sigma} = \sum (A_i \Delta_i + A_i \delta_i \alpha_i); \quad \delta_{\Sigma} = \pm \sqrt{A_i^2 \delta_i^2 K_i^2},$$

где A_i – передаточное отношение; Δ_i – координата центра группирования погрешностей составляющего звена; δ_i – среднеквадратичное отклонение составляющего звена; α_i – коэффициент относительной асимметрии распределения составляющего звена; K_i – коэффициент относительного рассеивания размера составляющего звена.

Статистические характеристики составляющих звеньев Δ_i и δ_i по различным этапам в цепочках схемы увязки определяются:

- координата центра группирования погрешностей составляющих i -х звеньев

$$\Delta_i = \frac{BO_i + HO_i}{2},$$

где BO_i и HO_i – соответственно верхнее и нижнее предельные отклонения размеров составляющих звеньев;

- среднеквадратичное отклонение, или половина поля допуска составляющего звена

$$\delta_i = \frac{BO_i - HO_i}{2}.$$

Величины BO_i и HO_i выбирают из таблицы отклонений по этапам в схеме увязки. В таблицах указываются среднестатистические значения верхних и нижних отклонений размеров при переходе с одного этапа на другой.

Так как уравнение (1) содержит две составляющие погрешности, то расчет ожидаемой точности проводят для погрешности приспособления (стапеля) $\delta_{пр}$ и для погрешности $\delta_{кон(пр-дет)}$.

Необходимо учесть, что при определении погрешностей приспособления $\delta_{\text{пр}}$ суммируются все отклонения размеров по этапам структурной схемы увязки только для цепочки приспособления начиная с первоисточника:

Расчеты оформляются в виде табл. 1.

Таблица 1

Расчет ожидаемой точности приспособления

Этап	ВО, мм	НО, мм	δ_i , мм	A_i	Δ_i , мм	α_i	K_i	$\Delta_i A_i$, мм	$A_i \delta_i \alpha_i$, мм	$A_i^2 K_i^2 \delta_i^2$, мм
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
ТП-КП	0	-0,1	0,05	1	-0,05	0	1,0	-0,05	0	0,0025
КП-ШКК	0,1	-0,1	0,1	1	0	0,5	1,4	0	0,05	0,0196
ШКК-ШП	0,2	-0,2	0,2	1	0	0,5	1,4	0	0,1	0,0784
ШП-ПК	0,2	-0,2	0,2	1	0	0,5	1,4	0	0,1	0,0784
ПК-рубильник	0,1	-0,1	0,1	1	0	0,5	1,4	0	0,05	0,0196
рубильник-МЭ	0,1	-0,1	0,1	1	0	0	1,0	0	0	0,01
МЭ-стапель	0,1	-0,1	0,1	1	0	0	1,0	0	0	0,01
Итого:								-0,05	0,3	0,2185

При определении же погрешности увязки $\delta_{\text{кон}}$ (пр-дет) суммируются погрешности только несвязанных этапов по обеим ветвям:

Расчеты погрешности увязки также ведут табличным способом.

Коэффициент прижима $K_{\text{приж}}$ выбирают также по таблицам исходя из числа рубильников в ступе и расстояния между ними.

Если расчетное значение погрешности сборки получилось меньше допуска, предусмотренного техническими условиями (по ТУ $\delta_{сб} = \pm 2,0$ мм), это означает, что принятая схема увязки размеров деталей и оснастки, а также используемый способ базирования выбраны. Изделие будет точным в пределах допуска по размерам и взаимозаменяемым.

Для составления схемы сборки КТП разрабатываются условия поставки основных деталей на сборку (см. табл. 2).

Далее прорабатывают схему сборки КТП. На сборке работы ведутся параллельно и последовательно:

- сборка внутреннего цилиндра КТП – 1,5 дня;
- сборка каркаса КТП – 1,5 дня;
- подгонка обшивок КТП – 2,5 дня;

- герметизация – 1 день;
- клепка КТП на герметике – 2 дня;
- контрольные операции – 0,5 дня;
- герметизация (нанесение ЛКП, гермотиснение) – 2-3 дня;
- взвешивание – 0,5 дня.

Таблица 2

Условия поставки узлов и основных деталей на участок сборки КТП

Наименование	Степень законченности
1. Обшивки внутренние	Технологический припуск +5 мм
2. Стенки	Обработаны в окончательные размеры; просверлены направляющие отверстия НО
3. Конусы	Технологический припуск +3 мм
4. Ленты	Обработаны в окончательные размеры; просверлены направляющие отверстия НО
5. Уголки	Обработаны в окончательные размеры
6. Обод	Обработаны в окончательные размеры
7. Стрингеры	Обработаны в окончательные размеры; просверлены НО
8. Диафрагмы	Просверлены НО
9. Обшивки наружные	Технологический припуск +5 мм
10. Окантовки	Обработаны в окончательные размеры; просверлены НО отверстия
11. Крышки люков	Обработаны в окончательные размеры

Такой подход обеспечивает наиболее короткие сроки сборки без снижения качества изделия. Затем осуществляют контроль сборки, и головки заклепок покрывают сырой грунтовкой ЭП-0215. Резьбовую часть с гайками и шайбами покрывают грунтом ЭП-076 и ЭП-140 в 2 слоя.

Для определения длительности производственного цикла сложного процесса сборки строят цикловой график. По расчетам цикл сборки составляет около 12 рабочих дней при односменной работе в день.

В процессе анализа сборки КТП выявлена проблема снятия внутренней обшивки из сборки КТП (внутренняя обшивка плотно прилегает к диафрагмам, создавая для сборщика трудности при ее выемке из сборки для выполнения клепальных работ).

Для решения возникшей проблемы предлагается сделать внутреннюю обшивку не сварной, а разрезной. Для компенсации разреза в месте стыка краев внутренней обшивки необходимо установить накладку (см. рис. 5). При этом придется конструктивно изменить и диафрагмы, непосредственно устанавливающиеся на внутреннюю обшивку, а именно: на диафрагмах должны быть выполнены подсежки под накладку.

Рис. 5. Расположение накладки на внутренней обшивке КТП

На рис. 6 показано поперечное сечение КТП с указанием расположения накладки 2 относительно диафрагмы 1 и внутренней обшивки 3.

Рис. 6. Расположение накладки относительно диафрагмы

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева, Р. И. Технологическая оснастка в сборочных процессах при производстве самолетов: учеб. пособие / Р. И. Гусева. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016. – 122 с.
2. Современные технологии авиастроения / под ред. А. Г. Братухина, Ю. Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 532 с.
3. Гусева, Р. И. К вопросу расчета точности сборки узлов и агрегатов / Р. И. Гусева // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Наука о природе и технике. – 2011. – № I-1(5). – С. 16-22.