## 12.7. Проектирование сборочных приспособлений

## 12.7.1. Общие положения проектирования приспособлений

Конструкция приспособления определяется такими основными факторами:

а) конструкцией агрегата летательного аппарата;

б) видом соединения сборочных единиц и методом обеспечения их взаимозаменяемости;

в) технологическим процессом сборки.

В основу проектирования приспособлений должны быть положены следующие общие требования:

1) правильный выбор базисных и опорных поверхностей (от выполнения этого требования в наибольшей степени зависят обеспечение взаимозаменяемости и точность форм и размеров собираемого изделия);

2) изготовление, монтаж и контроль приспособлений должны вестись с применением новых методов и средств, обеспечивающих точность и идентичность приспособлений;

3) сохранение первоначальной точности при повторных сборках приспособлений, связанных с демонтажом и их транспортировкой, для чего следует предусматривать стыковочные и увязочные узлы и вилки, базовые отверстия, целевые знаки и т.п.;

4) жесткость фиксаторов и зажимов приспособления;

5) обеспечение надежности и быстроты фиксации элементов изделия и приспособления;

6) максимальное применение нормализованных деталей и узлов;

7) ограничение сортамента материалов;

8) обеспечение удобства подходов при сборке изделия;

9) обеспечение нормальных условий работы (освещенность, подведение сжатого воздуха, оснащение вспомогательной оснасткой и др.);

10) возможность механизации сборочных работ, механизация выема (закладки) изделия;

11) необходимость зазора 10…15 мм, который заполняется цементом НИАТ-МЦ (вместо выравнивающих прокладок), при креплении элементов приспособления – продольных балок, рам, стапельных плит, узлов фиксаторов и т.п.;

12) установка и крепление вилок в стаканах балок путем заливки их на инструментальном стенде;

13) разделка установочных отверстий на плаз-кондукторе или координатно-расточном станке, установка и крепление цементом на плаз-кондукторе втулок в рубильниках, ложементах и др.;

14) навеска фиксирующих элементов без подгоночных работ;

15) монтаж стапелей в производственных цехах с помощью монтажных плит, оптических приборов, монтажных эталонов, калибров и пр.;

16) оформление чертежей в соответствии с действующими ГОСТами.

## 12.7.2. Исходные материалы для проектирования

Для проектирования приспособления необходимо располагать следующими документами:

а) чертежами собираемого узла, панели или агрегата (иногда и смежных конструкций);

б) технологическими картами сборки;

в) техническими условиями на проектирование приспособления;

г) альбомами чертежей стандартных и нормализованных деталей каркасов приспособлений, зажимных и фиксирующих элементов, типовых конструкций приспособлений из нормализованных элементов.

Чертежи собираемого узла – это основной документ для проектирования приспособления. Изучая чертежи, нужно обратить особое внимание на построение размерных цепей и величины допусков. Следует также ознакомиться с чертежами сопрягаемых узлов и агрегатов, особенно с конструкцией их взаимной связи.

Технологический процесс сборки изделия определяет схему и конструкцию проектируемого приспособления. Анализируя технологический процесс, выясняют, какие детали и узлы входят в сборочную единицу, подлежат установке и фиксации в приспособлении и в какой последовательности. Определяют средства выполнения самого технологического процесса, например, устанавливают типы дрелей, сверлильно-зенковальных установок, клепальных молотков, прессов, сварочных машин и пр. После составления рабочего техпроцесса находят трудоемкость и цикл отдельных операций и сборочной единицы в целом. Проектируемое приспособление должно обеспечить выполнение всех заданных технологическим процессом условий.

Технические условия на проектирование приспособлений разрабатываются технологами на основании чертежей и технологического процесса сборки агрегата (узла). В технических условиях должно быть указано:

1. Назначение стапеля, т. е. для какого агрегата, подсборки или узла и для выполнения каких операций предназначен данный стапель.

2. Положение собираемого агрегата (узла) в стапеле.

3. Перечень всех входящих в агрегат (узел) подсборок в порядке технологической последовательности со ссылкой на технологический процесс сборки агрегата (узла) в данном приспособлении.

4. Основные технологические базы, нивелировочные точки и фиксирующие элементы агрегата (узла).

5. Взаимозаменяемые элементы и сопрягаемые поверхности агрегата (узла), а также точность их выполнения.

6. Эталоны и калибры, необходимые при изготовлении и монтаже данного стапеля.

7. Порядок закладки подсборок в стапель и выема агрегата из него: вверх, в сторону (вправо, влево) или в направлении продольной оси (вперед, назад). Выем агрегата должен быть удобен и увязан с планировкой и высотой цеха.

8. Средства механизации:

а) элементов стапеля (плит разъема, рубильников и пр.);

б) технологических процессов (сверления, зенкования, клепки и пр.);

в) процессов закладки в стапель подсборок и выема из него собранного агрегата;

г) подъемно-транспортных работ.

В общих условиях на проектирование оснастки должны быть указаны:

а) подводка электроэнергии для освещения и питания средств ведения технологического процесса;

б) подводка питания сжатым воздухом;

в) оснащение стапеля стремянками, стеллажами и пр.;

г) окраска стапеля;

д) инструкция по технике безопасности.

Чертежи нормализованных деталей, узлов и приспособлений, а также ГОСТы – это обязательный для применения материал.

Чертежи типовых конструкций нормализованных приспособлений нужны для выбора лучшего приспособления.

Хорошо подготовленные исходные материалы служат основой для создания высококачественных конструкций приспособлений, значительно сокращают сроки и трудоемкость проектирования и изготовления приспособлений.

## 12.7.3. Порядок проектирования приспособлений

Проектирование сборочных приспособлений включает в себя следующие этапы:

1) разработку эскизного проекта;

2) выполнение общих видов рабочих чертежей;

3) деталирование рабочих чертежей.

Основой для разработки эскизного проекта сборочного приспособления служит схема расположения базовых осей и базисных поверхностей, относительно которых будет производиться сборка изделия. В эскизном проекте определяют основную схему конструкции приспособления, т.е. расположение и типы колонн каркаса, балок, узлов фиксации и зажима, положение собираемого изделия, а также средства механизации закладки и выема изделия, оснащение приспособления вспомогательной оснасткой.

Выполнение общих видов чертежей сводится к детальной проработке всех элементов сборочного приспособления. При этом следует учесть, что максимальное использование нормализованных узлов и деталей значительно сокращает время проектирования, так как в таком случае нет необходимости подробно вычерчивать каждый узел приспособления. Если же применяются оригинальные узлы, то на общем виде их вычерчивают со всеми необходимыми сечениями, разрезами и видами так, чтобы ясна была конструкция каждой детали и работа узла в целом.

Общие виды – основа для деталирования рабочих чертежей. Если же сборочные приспособления можно построить без применения специальных деталей, а лишь с использованием нормализованных или стандартных, то этап деталирования отпадает.

## 12.7.4. Выбор базовых осей и базисных поверхностей приспособлений

Схема сборки, а также методы обеспечения взаимозаменяемости и увязки оснастки, принятые для данного конкретного объекта, предопределяют конструктивную схему сборочного приспособления. Более полное представление о будущем приспособлении можно составить по сведениям, которые содержатся в рабочем технологическом процессе, так как он определяет порядок поступления на сборку деталей и подсборок, способы их фиксации в сборочном положении, методы соединения деталей в процессе сборки, методы и средства обеспечения контроля качества собираемого объекта.

Выполнение всех требований технологического процесса во многом зависит от правильного выбора основных базовых осей и базисных поверхностей, относительно которых координируется расположение всех узлов проектируемого сборочного приспособления. При этом необходимо стремиться к соблюдению трех основных принципов базирования: единства, постоянства и совпадения баз.

В целях соблюдения принципа единства баз следует за базовые оси сборочного приспособления принимать оси симметрии и строительных горизонталей агрегатов самолета. Учитывая, что каждый агрегат в зависимости от геометрических форм и расположения его в общей схеме самолета может иметь несколько базовых осей, дающих возможность выполнять построение и увязку агрегатов между собой, а также увязку отдельных частей агрегата, следует в качестве базовой принимать ту ось, которая обеспечит наиболее простое геометрическое построение всех или большинства сборочных приспособлений. Так, например, для монтажа стапеля сборки переднего лонжерона крыла (рис. 12.50), ось которого не параллельна линии носков, в качестве базовой оси можно выбрать линию носков крыла (рис. 12.50, а) или ось переднего лонжерона (рис. 12.50, б). В первом случае размеры для установки фиксаторов лонжерона, заданные от основной балки приспособления (а, в, с, d, e, f, g), будут различны для каждого фиксатора. Это значительно усложняет как проектирование, так и изготовление приспособления, а также оказывает влияние на точность его монтажа. Если же в качестве конструктивной базы выбрать ось лонжерона, то все узлы фиксации устанавливаются на равных расстояниях h от балки приспособления, что упрощает проектные работы и монтаж приспособления, а также повышает точность монтажа. Чтобы при изготовлении приспособления можно было использовать инструментальный стенд и плаз-кондуктор, нужно проектировать размеры приспособления, кратными шагу отверстий координатных линеек.

## 12.7.5. Выбор схемы приспособления

Конструктивная схема сборочного приспособления определяется габаритными размерами, конструкцией и способами базирования собираемого изделия. Разработка конструктивной схемы на стадии эскизного проекта заключается в следующем:

1. После детального ознакомления с чертежами собираемого объекта вычерчивают его контуры в том масштабе, который будет принят для проектирования общего вида сборочного приспособления.

2. На контурный чертеж объекта сборки наносят базовые оси и базисные поверхности (плоскости).

3. В соответствии с техническими условиями, заданными на проектирование сборочного приспособления, намечают места расположения фиксирующих и зажимных устройств и определяют их положение относительно базовых осей.

4. Разрабатывают конструкцию фиксаторов и зажимов, обеспечивающих требуемую жесткость и однозначность положения всех фиксируемых деталей и стыковых узлов объекта сборки.

5. Прорабатывают узлы крепления фиксаторов и зажимов к каркасу приспособления. При этом учитывают методы и средства, положенные в основу монтажа сборочного приспособления и обеспечения взаимозаменяемости.

6. Исходя из требований удобства работы, а также из конструкции фиксаторов, проектируют каркас приспособления. При этом предусматривают использование максимально возможного количества нормализованных элементов.

7. В соответствии с установленными в технических условиях средствами монтажа и контроля приспособления назначают нивелировочные точки, реперные площадки и прорабатывают крепления их на каркасе приспособления.

8. Разрабатывают конструкцию средств механизации закладки и выема изделия и средств механизации отдельных элементов приспособления (подъема рубильников, поворота стапельных плит и пр.).

9. Прорабатывают вспомогательные устройства и их привязку к каркасу приспособления.

10. Проводят поверочный расчет на жесткость элементов каркаса сборочного приспособления и окончательно подбирают их сечения.

11. Рассчитывают фундамент под приспособление.

12. Составляют материальную спецификацию и ведомость на комплектующие изделия, необходимые для оснащения приспособления.

## 12.9. Организация рабочего места и охрана труда при работев сборочных приспособлениях

Организация труда на предприятиях включает в себя систему мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий для рационального использования техники в интересах роста производства, повышения производительности и создания нормальных условий труда.

***Рабочим местом***называют часть производственной площади с расположенным на ней оборудованием и относящимся к нему оснащением, которая используется рабочим или группой рабочих для выполнения определенной работы. Рациональная организация рабочего места направлена на создание максимальных удобств, позволяющих выполнять операции с наименьшей затратой рабочего времени: рациональное оснащение, планомерное снабжение деталями и инструментом, удобная планировка рабочего места, создание нормальных санитарно-технических условий на рабочем месте.

По характеру выполняемого трудового процесса рабочие места агрегатно-сборочныхцехов относятся к частично механизированнымсприменением пневматического и электрифицированного инструмента. Место сборки оснащается следующим оборудованием (рис. 12.67):

1) приспособлением для сборки узла, секции или агрегата;

2) верстаками для подготовительных и внестапельных работ;

3) вспомогательным оборудованием, используемым при сборке (козелками, подставками и др.);

4) стеллажами для хранения деталей;

5) воздухо- иэлектропроводкой для подключения механизированногоинструмента;

6) подъемно-транспортными устройствами для закладывания и выема деталей, встроенными в сборочное приспособление; комплектом инструмента для сборочных работ, в том числе и механизированного (молотками слесарными, ключами, отвертками, линейками метрическими, сверлами, зенковками, обжимками, поддержками, гайковертами механическими, молотками и дрелями пневматическими и др.).

Сборочные приспособления должны обеспечивать удобство работы. Места расположения розеток для включения электроинструмента и ламп подсвета, заборных клапанов воздушной сети для подключения пневмоинструмента должны находиться как можно ближе к рабочим зонам с тем, чтобы электрошнуры и шланги были оптимальной длины (5…7 м) и не загромождали площадки (рис. 12.68 и 12.69).

**6. Теми практичних занять.**

**Змістовний модуль 2.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Назва теми | Кільк. годин |
| 1. | Ув’язування розмірів та форм частин ЛА та оснащення протягом ТПП складального виробництва ЛА | 2 |
| 2. | Розроблення робочих технологічних матеріалів на вузлове складання | 2 |
| 3. | Проектування складального оснащення для складання літальних апаратів | 2 |
|  | **Разом** | **6** |

**13. Методичне забезпечення**

1. Технология производства самолетов и вертолетов. Раздел «Сборочно-монтажные работы» [Текст] : учеб. пособие по курс. и дипл. проектированию: в 2 ч. / В. С. Кривцов, Ю. М. Букин, Ю. А. Боборыкин, Ю. А. Воробьёв. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2006. – Ч. 1. – 258 с. – Ч. 2. – 221 с.
2. Технология производства летательных аппаратов (сборочно-монтажные работы). Technology of airplanes and helicopters production. Assembling, mounting and testing operations in airplane and helicopter production / Bukin Yu. M., Vorobyov Yu. A.: Synopses of lections in British and Russian. – Kharkov: National aerospace University «Kharkov aircraft institute», 2003. – 331 p.
3. Технология производства летательных аппаратов (сборочно-монтажные работы). Technologies of aircraft manufacturing (assembling and mounting work) : учеб. пособ. по лаб. практикуму / В. С. Кривцов, Ю. А. Воробьев, Д. А. Брега и др. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 168 с.
4. Букин Ю. М., Воробьев Ю. А. Технология производства самолетов и вертолетов. Харьков, ХАИ, 2001.
5. Технология производства летательных аппаратов / В. Г. Кононенко, П. Н. Кучер и др. Киев: Вища школа, 1974. – 222 с.

**14. Рекомендована література
Базова**

1. Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII «Про вищу освіту» [Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18]
2. Закон України від 05.09.2017 р. "Про освіту" [Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19]
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1341 «Про затвердження національної рамки кваліфікацій» [Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п];
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.15 року № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» [Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/ laws/show/266-2015-%D0%BF];
5. Технология самолетостроения: Учебник для авиационных вузов /А.Л. Абибов, Н.М. Бирюков, В.В. Бойцов и др. Под ред. А.Л. Абибова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 551 с.
6. Руководство по технологичности самолетных конструкций. Под ред. П.Н. Белянина.– М.: НИАТ, 1987.- 720 с.

**Допоміжна**

1. Національний класифікатор України: "Класифікація видів економічної діяльності" ДК 009:2010 [Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/ vb457609-10];
2. Національний класифікатор України: "Класифікатор професій" ДК 003:2010 [Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10>].
3. Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти, затверджені наказом Міністерства освіти і науки України від 01 червня 2016 р., № 600 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 21 грудня 2017 № 1648).
4. Технологія виробництва літальних апаратів: Підручник: У 2 кн. – Кн.. 2. Технологія складання літальних апаратів [Текст] / Ю.М. Терещенко, Л.Г. Волянська, К.А. Животовська та ін.; за ред. Ю.М. Терещенка – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 492 с.
5. Григорьев В.П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.

**15. Інформаційні ресурси**

1. Електронна бібліотека кафедри №104: \\Domik\SHARED\Методические материалы\ Переддипломний курс бакалавра
2. Постанови і закони <https://zakon3.rada.gov.ua>
3. Положення та інструкції ХАІ <https://khai.edu/ua/university/universitet-sogodni2/normativna-baza/>