



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Авиастроение»

Методические указания
к выполнению курсовой работы
по дисциплине

«Проектирование оснастки для агрегатной сборки»

Авторы
Флек М. Б,
Логунов А. В.

Ростов-на-Дону, 2019

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения по направлению подготовки бакалавриата 24.03.04 - Авиастроение, профиль - Вертолетостроение.

Авторы

д.т.н., профессор, зав. кафедрой
«Авиастроение» Флек М.Б.



Начальник КБ ОКСР Отдела главного
технолога
ПАО «Роствертол»
Логунов А.В.





Оглавление

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ И РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ (ПОГРЕШНОСТИ) СБОРКИ СЕ-----	4
2 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ -----	20
3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ---	21
4 СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ-----	23
5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ-----	26
6 ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ СБОРКИ-----	26
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ-----	29

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ И РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ (ПОГРЕШНОСТИ) СБОРКИ СЕ

1.1 Причины и виды погрешностей (точностей)

Вследствие производственных погрешностей, возникающих на различных этапах изготовления сборочной единицы и входящих деталей, их действительные размеры отличаются от предусмотренных чертежом и техническими требованиями.

Причинами погрешностей являются как методы переноса размеров и методы базирования, так и погрешности изготовления сборочной оснастки. Величина погрешностей в значительной степени определяется схемой увязки всей используемой оснастки и точностными характеристиками переноса размеров на отдельных этапах сборки.

Различают:

- **заданную** (требуемую) точность, которую назначает конструктор КБ при проектировании изделия и указывает в технических условиях (требованиях);

- **действительную** точность, реально получаемую в результате изготовления изделия и определяемую её измерением. Действительная точность, как правило, не ниже ожидаемой (расчетной), но может быть равна ей;

- **ожидаемую** точность, которую рассчитывают и предполагают получить для какого либо параметра узла или агрегата в результате выбранного технологического процесса изготовления и метода изготовления и увязки оснастки.

При расчёте ожидаемой точности узла или агрегата по отклонению от ТК, т.е. вдоль линии перпендикулярной ТК, складывают соответственно верхние и нижние допуски каждого независимого этапа процесса изготовления вертолётного узла и фиксирующего его элемента оснастки.

Решение нахождения производственных погрешностей может быть выполнено расчетом на «максимум – минимум», когда величину ожидаемой точности агрегата получают в случае самого худшего сочетания всех погрешностей, то есть при их сложении. Именно этот метод мы используем в процессе обучения, хотя теоретически более правильным является методика расчета, основанная на принципах теории вероятностей (по Гауссу).

Для агрегата, например, фюзеляжа, расчёт погрешности будет выглядеть согласно схеме (рис.1.1).

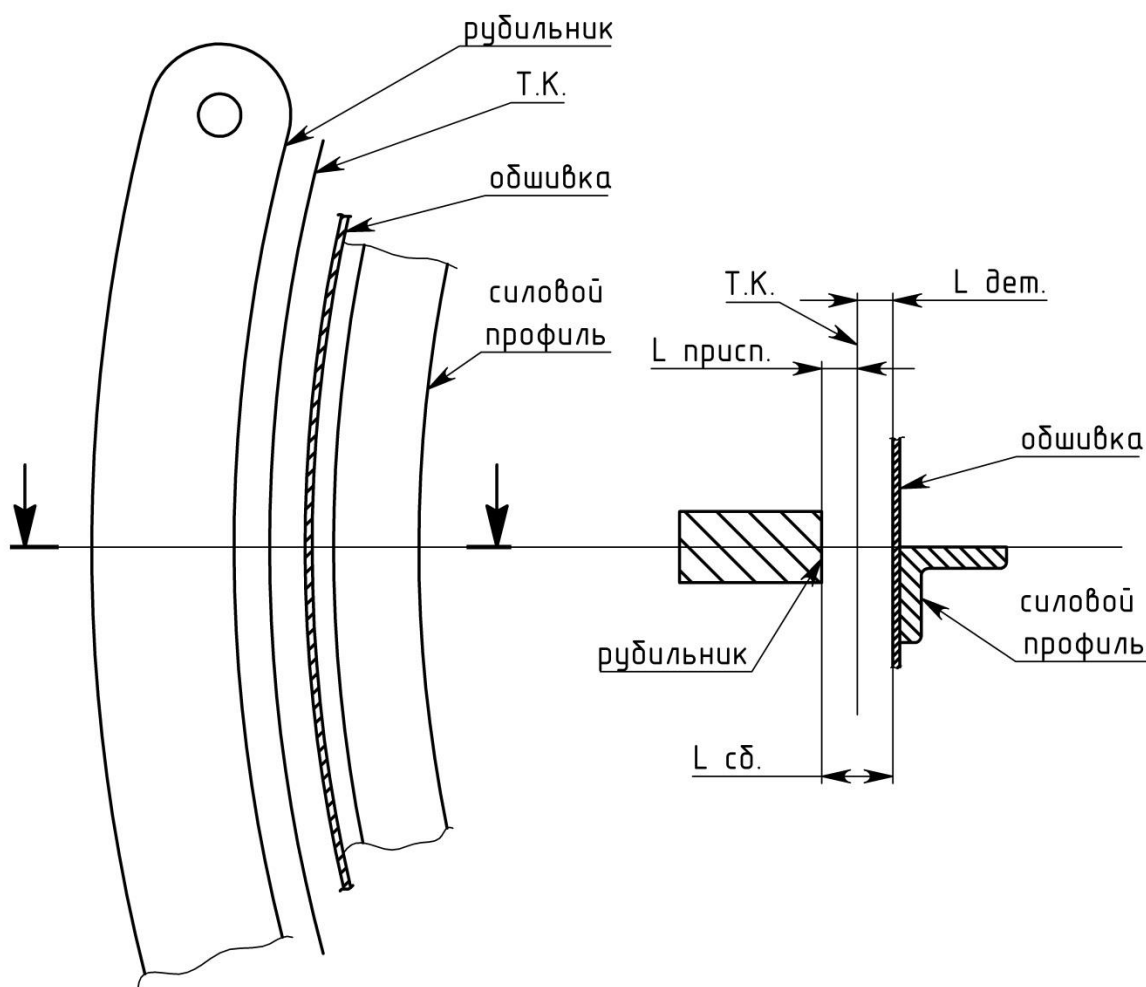


Рис. 1.1 Схема расчёта погрешности сборки.

При этой схеме погрешность изготовления внешнего контура агрегата определяется формулой:

$$L_{сб.} = L_{присп.} + L_{дет.} \quad (1.1)$$

где $L_{сб.}$ - погрешность готовой сборки агрегата;

$L_{присп.}$ - погрешность сборочного приспособления;

$L_{дет.}$ - погрешность изготовления вертолётных деталей.

Соответственно для расчёта верхнего (max.) значения отклонения:

$$L_{сб. \max.} = L_{присп. \max.} + L_{дет. \max.} \quad (1.2)$$

А для расчёта нижнего (min.) значения отклонения:

$$L_{сб. \min.} = L_{присп. \min.} + L_{дет. \min.} \quad (1.3)$$

По результатам расчёта - ожидаемая точность сборки агрегата - не должна превышать заданную точность ($\delta_{\text{ТУ}}$), согласно КД, на данный агрегат.

В случае превышения ожидаемой точности над требуемой - необходимо провести комплекс мер для достижения требуемых значений параметров.

Для увеличения точности сборки возможны следующие действия:

- изменить метод сборки агрегата (например перейти от сборки по КФО на сборку с базирование по рубильникам);
- изменить технологию изготовления вертолётных деталей;
- изменить конструкцию и технологию изготовления сборочного приспособления.

После проведения необходимых изменений - расчёт погрешности производится вновь с учётом новых данных.

1.2 Группы погрешностей и их величины при ПШМ увязки

Производственные погрешности зависят от характера переноса размеров с первоисточника на заготовительную, сборочную оснастку и детали, входящие в сборочную единицу.

Погрешности, определяющие точность выполнения собираемых изделий, можно разделить на три основные группы, как это показано в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Группа	Вид погрешности
Погрешность исходного элемента, от которого начинается сборка	Погрешность изготовления базовой детали (при сборке по СО)
	Погрешность изготовления приспособления для сборки
Погрешность увязки	Погрешность взаимной увязки сборочных отверстий базовой и устанавливаемой деталей
	Погрешность взаимной увязки рабочего контура приспособления и устанавливаемой детали
	Погрешность взаимной увязки сборочных приспособлений
	Погрешность увязки контура и координатно-фиксирующего отверстия детали
	Погрешность увязки контура и сборочного отверстия детали
	Погрешность взаимной увязки контуров базовой и устанавливаемой на нее деталей
Погрешности, не зависящие от метода базирования	Погрешности, вызванные деформацией от клепки, сварки
	Погрешности, вызванные температурными изменениями
	Погрешности, вызванные деформациями сборочных приспособлений
	Погрешности, вызванные изменением толщины материала

Для технологических процессов изготовления вертолётных деталей и элементов сборочной оснастки, а также для методов переноса размеров, применяемых в современном вертолётостроении, накоплены статистические данные о возникающих при этом производственных погрешностях, которые приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Обозначение этапа	Технологический процесс или метод переноса размера	Отклонение контура, мм	Отклонение между осями отверстий, мм
1	2	3	4
ТЧ-ТП	Расчерчивание	-	-
ТП-КП	Расчерчивание	0;-0,1	±0,05
КП-ОК	Фотопечать	±0,1	±0,05
ОК-ШК	Припиловка	0;-0,15	±0,1
ШК-ШВК	Припиловка	0; +0,15	±0,1
ШК-ШРД	Припиловка	0;+0,3	±0,1
ШРД-ШФ	Припиловка	-0,5; 0	±0,1
ШФ-деталь	Фрезерование	±0,2	±0,2
ШК-ШОК	Припиловка	0;+0,2	±0,15
Рубильник-ПК	Слепок	±0,1	-
ШВК-формблок	Припиловка	±0,2	±0,15
КП-ШКС	Припиловка	-0,2;0	±0,15
ШКС-КШКС	Припиловка	0;+0,2	-
ШОК-болванка	Пригонка	0;+0,2	±0,35
ПК-приспособление	Фиксация штырями	±0,1	±0,02
ИС-приспособление	Фиксация штырями	±0,1	±0,02
МЭ-приспособление	Фиксация штырями	±0,1	±0,1
Формблок-деталь	Штамповка резиной	0;+0,3	-
Болванка-деталь	Штамповка резиной	+0,5;+1,3	-
ШОК-деталь	Сверление	-	±0,2
ШКС-штамп	Пригонка	0;+0,3	±0,1
Штамп-деталь	Штамповка	±0,2;0	-
МП-ШГП	Слепок	0;+0,1	±0,1
КЭ-МЭ	Слепок	-0,2;0	±0,1
ШК-ШГ	Припиловка	0;+0,2	-
ШГ-пуансон	Припиловка	±0,2	-
Пуансон-деталь	Гибка на ПГР	0;+0,5	-

Кондуктор-деталь	Сверление	-	$\pm 0,05$
СЧПУ-шаблон	Мех. обработка	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
СЧПУ-рубильник (СЧПУ-ложемент)	Мех. обработка	$\pm 0,15$	-
ШКС-копир	Припиловка	0;+0,2	-
Копир-обшивка	Штамповка гибка	+0,5;+1,5	-
ШВК-макетный шпангоут	Припиловка	$\pm 0,2$	± 1
ПК-макетный шпангоут	Разметка отверстий	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$

где ТЧ - теоретический чертёж вертолёта;
 ТП - теоретический плаз;
 КП - контрольный плаз;
 ОК - отпечаток контрольный;
 ШК - шаблон контура;
 ШВК - шаблон внутреннего контура;
 ШРД - шаблон развёртки детали;
 ШФ - шаблон фрезерования;
 ШОК - шаблон обрезки контура и кондуктор для сверления;
 ШКС - шаблон контура сечения;
 КШКС - контр-шаблон контура сечения;
 ИС - инструментальный стенд;
 МЭ - монтажный эталон;
 ШГ - шаблон гибки;
 КЭ - контрольный эталон
 СЧПУ - станок с числовым программным управлением

1.3 Влияние некоторых методов базирования на точность сборки

- Сборка с базированием на внешнюю поверхность («от обшивки»)

При этом методе базирования деталь, образующая внешний обвод агрегата или узла (например, обшивка или профиль для соответственно фюзеляжа или шпангоута), прижимается к фиксатору наружного контура (ложемента, рубильника) сборочного приспособления специальными прижимами и в этом состоянии осуществляются установка и крепление остальных элементов сборки. В этом случае расчёт погрешности внешнего контура агрегата или узла определяется формулами 1.1, 1.2, 1.3.

$$L_{\text{сб.}} = L_{\text{присп.}} + L_{\text{дет.}} \quad (1.1)$$

Где $L_{\text{присп.}}$ - погрешность изготовления и монтажа рубильников сборочного приспособления

Этой формулой (1.1) следует пользоваться при расчете погрешностей для узлов типа нервюр, шпангоутов, лонжеронов, собираемых в сборочных приспособлениях, имеющих фиксаторы (ложементы, рубильники) внешнего контура, так как обводообразующие детали этих узлов могут быть прижаты к фиксаторам, а также агрегатов, для которых имеется технологическая возможность ведения сборки от «обшивки».

- Сборка по КФО

При этом методе сборка происходит в приспособлении, которое является базовым элементом для последующей установки деталей вертолётá и соответственно накопления погрешностей.

Так, для сборки в СП по КФО агрегата, например, нижней панели хвостовой балки (рис.1.2), состоящей из обшивки (дет.1) и стенок шпангоутов (дет.2) формула погрешностей (1.1) будет иметь следующий вид:

$$L_{\text{сб.}} = L_{\text{присп.}} + L_{\text{дет.1}} + L_{\text{дет.2}} \quad (1.4)$$

Где $L_{\text{присп.}}$ - погрешность изготовления и монтажа фиксаторов КФО сборочного приспособления;

$L_{\text{дет.1}}$ - погрешность изготовления обшивки панели;

$L_{\text{дет.2}}$ - погрешность изготовления стенки шпангоута, которая будет являться основной погрешностью, определяющей точность общей сборки.

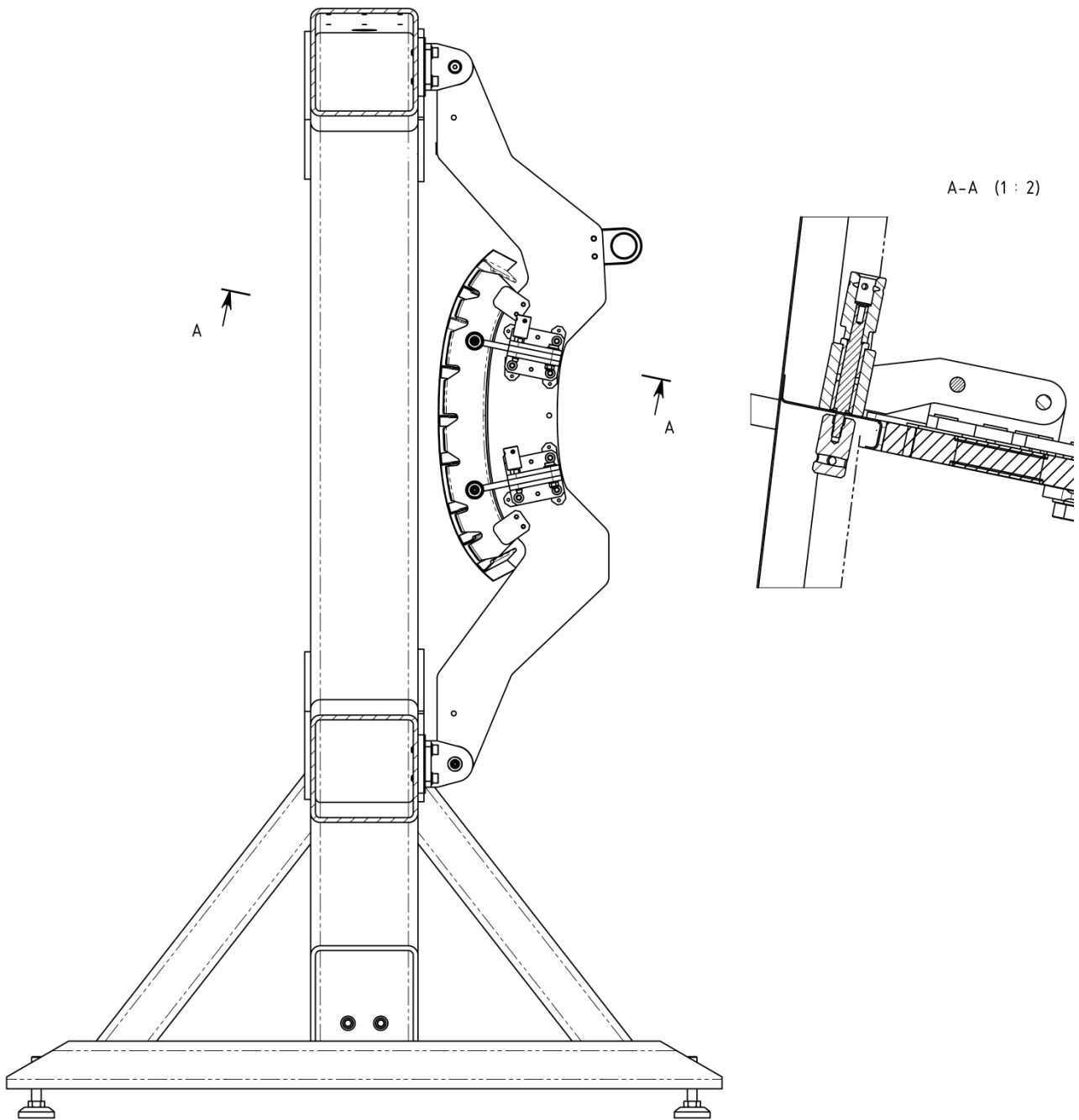


Рис.1.2 Фиксация по КФО.

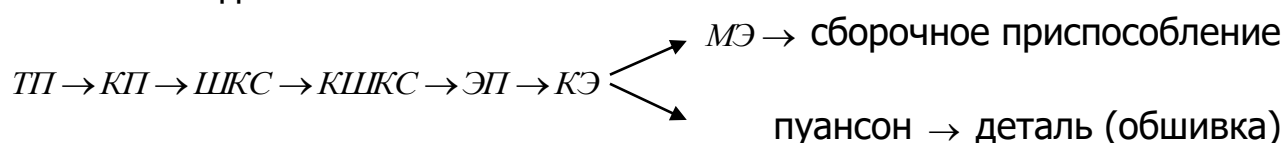
1.4 Последовательность выполнения расчета ожидаемой точности сборки

При выполнении сборочных работ, когда необходимо соединить, например, детали А и Б, первостепенное значение приобретает не столько точность их размеров, сколько величина рассогласования этих размеров или, как говорят, степень их увязки.

Для уменьшения погрешности увязки в самолетостроении широко применяется принцип связанного изготовления самолетных деталей между собой, а также этих деталей с технологической оснасткой, Это означает, что, начиная с первоисточника, на определенных (обычно начальных) этапах изготовления происходит одинаковое накопление погрешностей для этих элементов, что не вызывает погрешности их увязки.

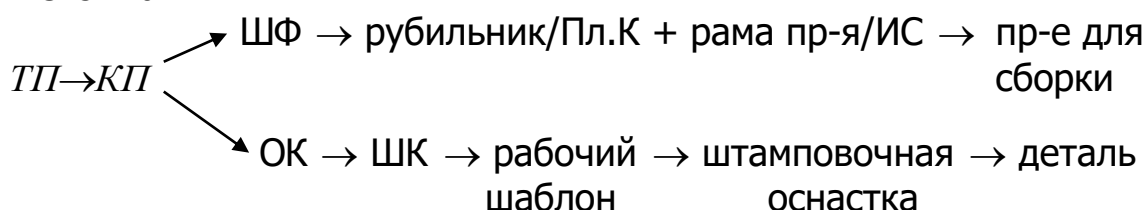
Общее же число этапов изготовления элементов и их характер зависят от принятой технологической последовательности, которая записывается в форме так называемой структурной схемы увязки технологической оснастки.

Для эталонно-шаблонного метода увязки оснастки структурная схема выглядит :



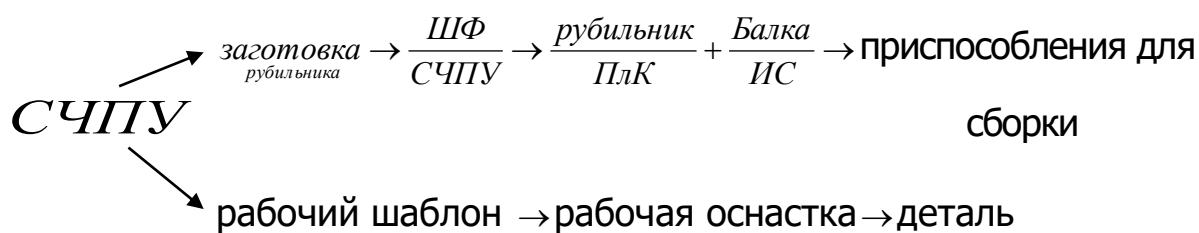
где этапы $TП \rightarrow КП \rightarrow ШКС \rightarrow КШКС \rightarrow ЭП \rightarrow КЭ$ являются связанными для разных элементов.

Для координатно-шаблонного метода увязки структурная схема запишется так:



где этапы - рубильник/Пл.К + рама пр-я/ИС - отражают изготовление частей сборочной оснастки соответственно на плаз-кондукторе (ПлК) и инструментальном стенде (ИС), погрешности которых складываются в погрешность изготовленного сборочного приспособления.

Для бесплазового метода увязки структурная схема будет выглядеть:



(расшифровка сокращений см. л.12)

При выполнении практических расчетов ожидаемой точности сборочных единиц (узлов, агрегатов) студентам следует руководствоваться следующей последовательностью:

а) в соответствии с выбранным техпроцессом сборки составляется структурная схема увязки оснастки, где в одной ветви отражаются все этапы получения (переноса) размеров для участка самолетной детали (поверхность или отверстие), точность установки которой следует проверить при расчете (например, наружная поверхность обвода шпангоута), а по другой ветви - этапы получения сборочного приспособления, а именно того фиксирующего элемента, например, рубильника, по которому базируется упомянутая деталь.

б) по таблице 1.2 определяются погрешности на всех этапах получения размеров и записываются над стрелками этапов. Например, запись $ТП \rightarrow КП$ говорит, что на этапе получения конструкторского плаза из теоретического плаза появляется погрешность - 0,1 мм.

в) В зависимости от выбранного метода базирования вычисляются погрешность исходного элемента (базовой детали или сборочного приспособления), погрешность увязки и по соответствующей формуле (1.2 и 1.3) ожидаемая погрешность сборки.

1.5 Пример этапов проектирования приспособления сборки шпангоута

1.5.1 Конструкция сборочной единицы вертолѐта.

Перед началом проектирования сборочной оснастки необходимо изучить конструкцию собираемой в ней сборочной единицы (СЕ) и определить какие ее параметры и какая точность их выполнения должны быть реализованы в сборочном приспособлении.

Рассмотрим, как образец, конструкцию типового шпангоута фюзеляжа.

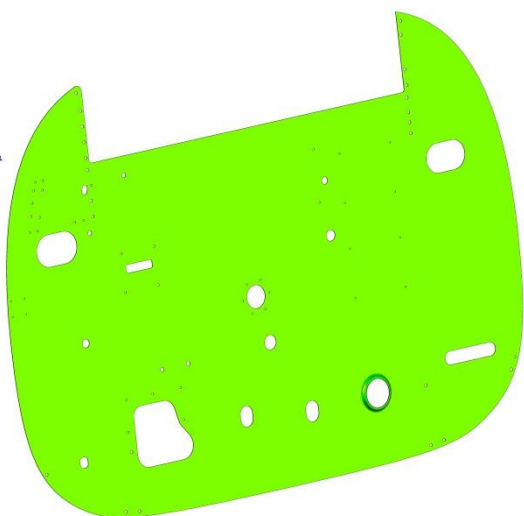


рис. 1.3 Стенка шпангоута

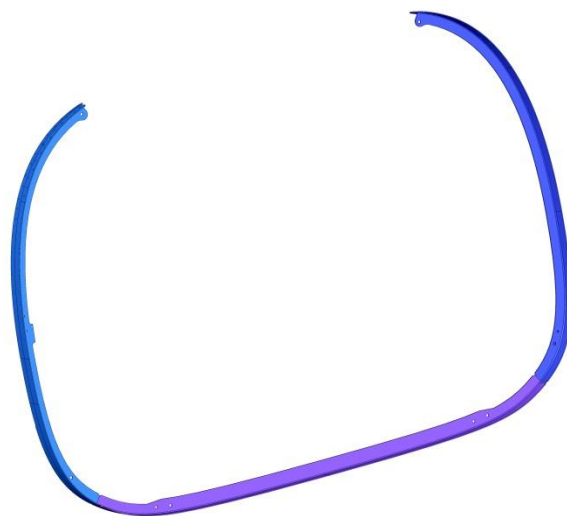


рис. 1.4 Силовые пояса шпангоута

Шпангоут состоит:

- из стенки шпангоута (рис. 1.3). Материал - листовой алюминиевый сплав (Д16Т) толщиной $0,8 \div 2$ мм. Изготавливается по специальному шаблону (ШОК), либо по программе на специальном оборудовании (ЧПУ, резка лазером и т.п.).

- из силовых поясов идущих по периметру шпангоута и обеспечивающих контур ТК (рис. 1.4). Материал - алюминиевый сплав (Д16Т). Изготовлен методом гибки специализированных профилей или по программе на станках ЧПУ.

- из горизонтального и вертикального набора силовых элементов, обеспечивающих жёсткость конструкции (рис. 1.5). Материал - алюминиевый сплав (Д16Т). Изготавливаются из пресованных профилей - фрезерованием.

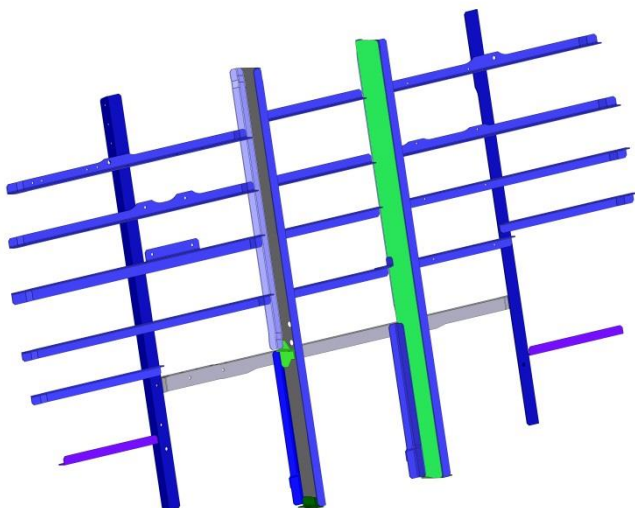


рис. 1.5 Силовой набор

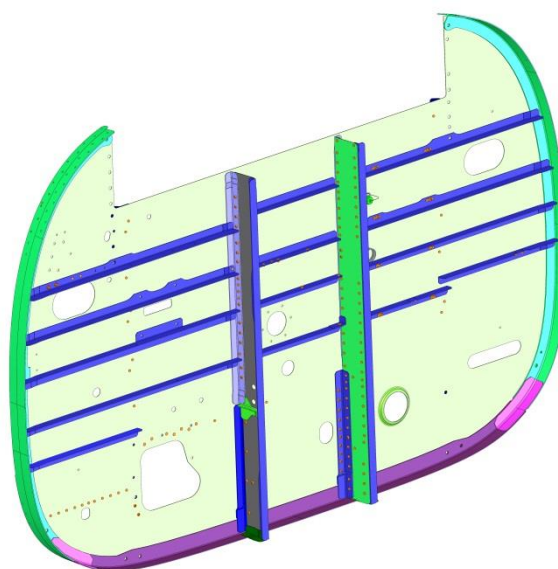


рис. 1.6 Шпангоут в сборе

Сборка шпангоута ведётся с помощью заклёпок. Иногда на силовых шпангоутах при большой толщине деталей используют болтовые соединения.

В сборе шпангоут (рис. 1.6) имеет требуемую прочность и жёсткость в плоскости оси шпангоута. Полностью окончательную жёсткость шпангоут получает после окончательной сборки фюзеляжа.

1.5.2 Конструкция приспособления для сборки.

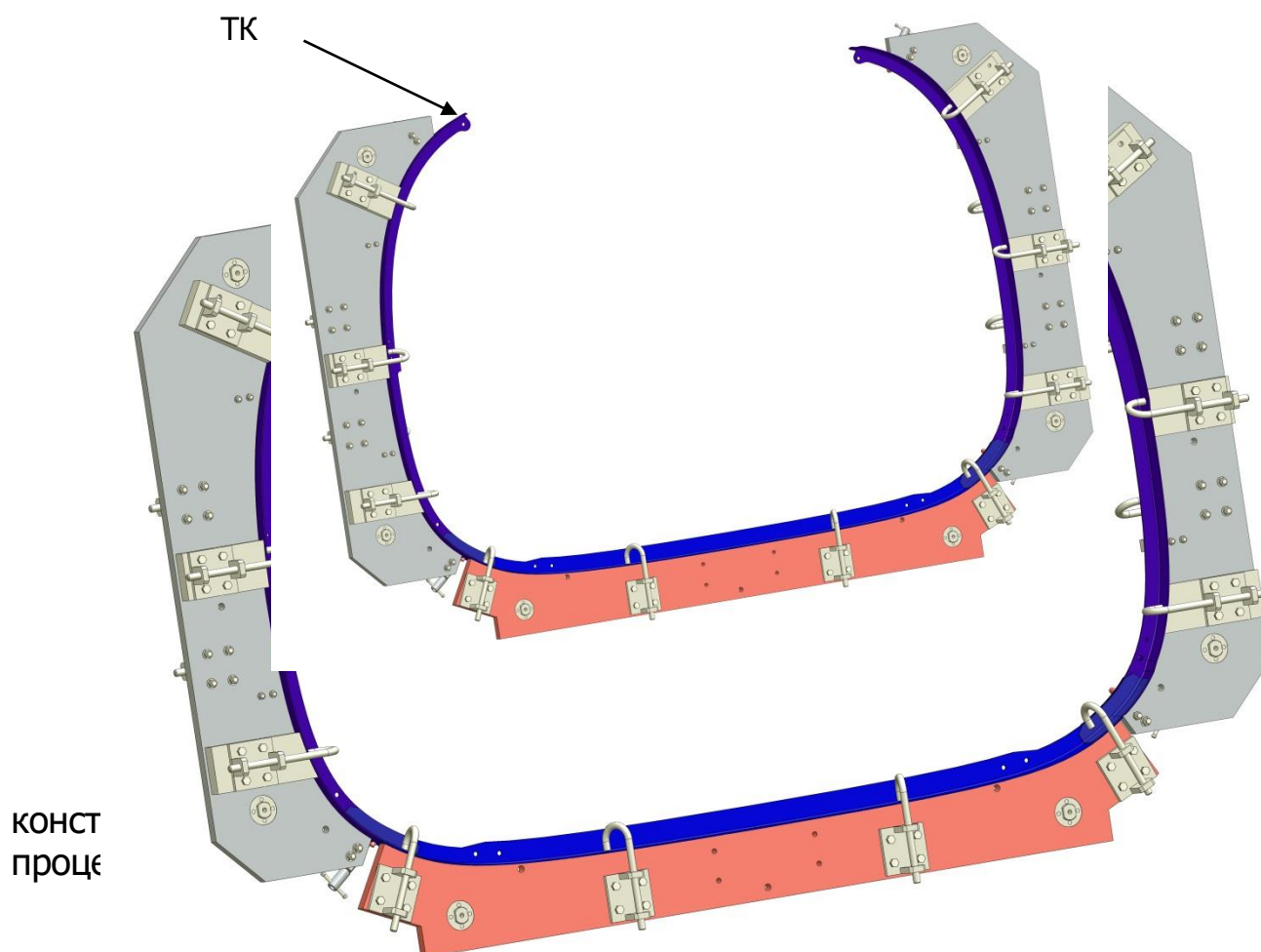
Приспособление для сборки шпангоута состоит из силового каркаса; фиксаторов КФО и рубильников, рабочая поверхность которых выполнена по наружному контуру шпангоута.

1.5.2.1 Сперва проектируем рубильники для установки в стапель силовых поясов.

Материал рубильников - алюминиевые плиты (Д16Т) толщиной $15 \div 20$ мм. Рабочий контур рубильников соответствует контуру силовых поясов (ТК). Рубильники изготавливают по шаблонам, на которых указаны углы наклона ТК (малка). Окончательно рабочий контур отрабатывают по макету фюзеляжа (при его наличии).

При наличии 3D модели - рубильники изготавливают на станках ЧПУ.

На рубильники устанавливаем прижимы для обеспечения прилегания силовых поясов к рабочей поверхности рубильников. Чем больше прижимов, тем меньше отклонение контура шпангоута от ТК. Но большое количество прижимов увеличивает трудоёмкость и затрудняет сборочные работы. На нашем приспособлении устанавливаем 18 крючковых прижимов с двух сторон шпангоута в шахматном порядке (общая длина периметра шпангоута $\approx 4\ 000$ мм.) (рис.1.7).



1.5.2.2 Второй шаг - установка стенки шпангоута по КФО.

Стенка ложится на полки силовых поясов и на дополнительные рубильники, которые не позволяют стенке изгибаться. На этих рубильниках устанавливаем кронштейны фиксаторов КФО. Монтаж фиксаторов производится по шаблону. При наличии 3D модели - монтаж ведётся с помощью лазер-трекера.

Фиксация по КФО не повлияет на точность положения ТК шпангоута, но обеспечит правильное положение СО и вырезов в готовом шпангоуте (рис.1.8).

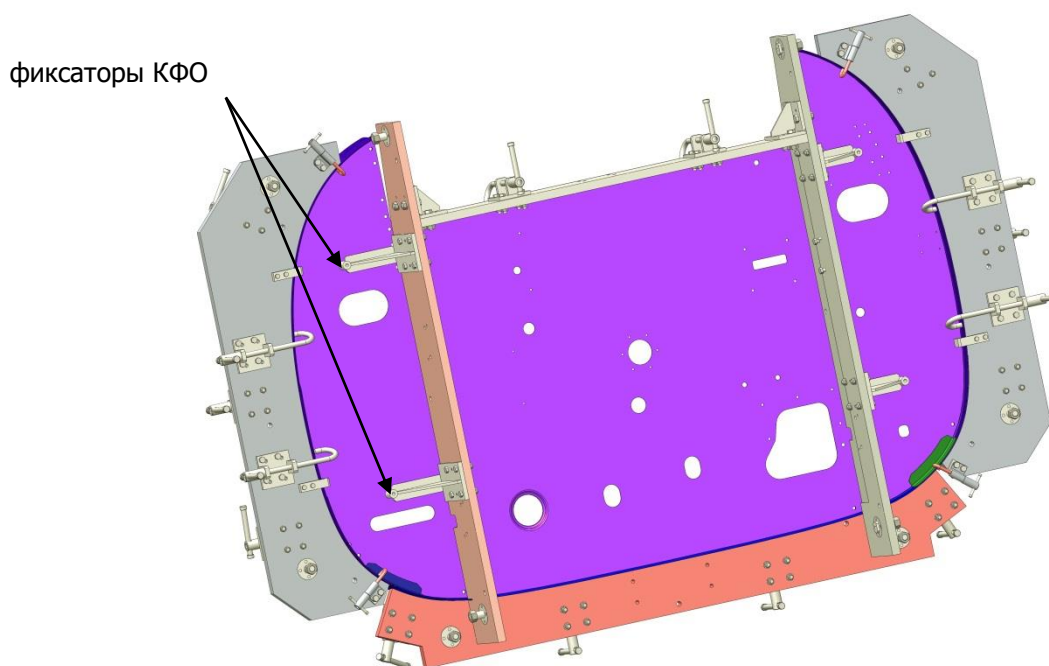


рис. 1.8 Фиксация КФО

1.5.2.3 Следующий шаг проектирования оснастки - фиксаторы силового набора.

Обычно монтаж стрингеров производится по СО, но при необходимости (если эти стрингера служат базой для установки других элементов вертолётá) в приспособление вводятся дополнительные фиксаторы с прижимами (рис. 1.9). Монтаж фиксаторов производится по шаблону. При наличии 3D модели - монтаж ведётся с помощью лазер-трекера.

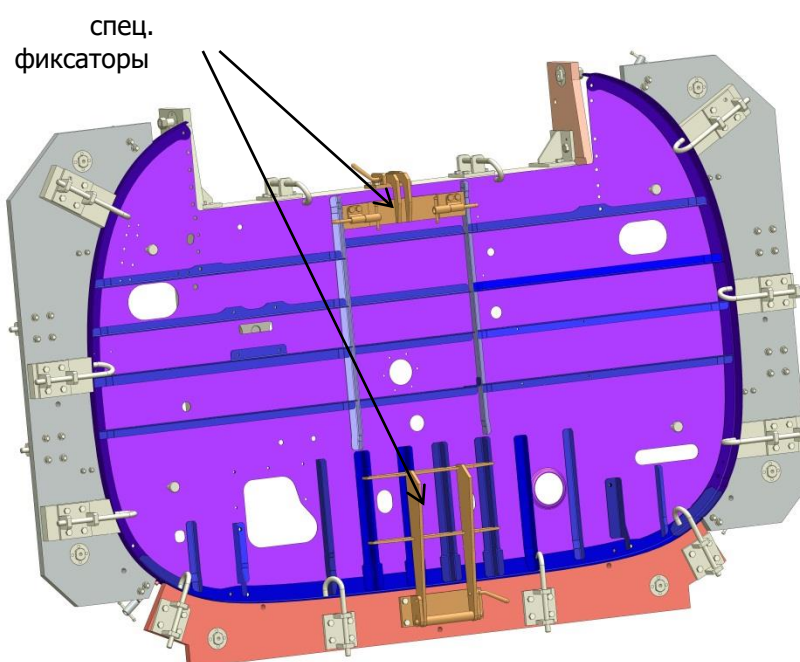


рис. 1.9 Фиксация силового набора

1.5.2.4 Следующий этап - проектирование специальных кондукторов и фиксаторов.

В нашем случае - проектируем кондуктор для сверловки четырёх отверстий под установку оборудования. Для удобства в работе кондуктор делаем выдвижным. Материал для изготовления кондуктора - сталь (обычно ст.3), по рабочим отверстиям устанавливаются калёные втулки из инструментальной стали. Способ изготовления кондуктора - сварка с последующей механической обработкой. Монтаж фиксаторов производится по шаблону. При наличии 3D модели - монтаж ведётся с помощью лазер-трекера (рис. 1.10).

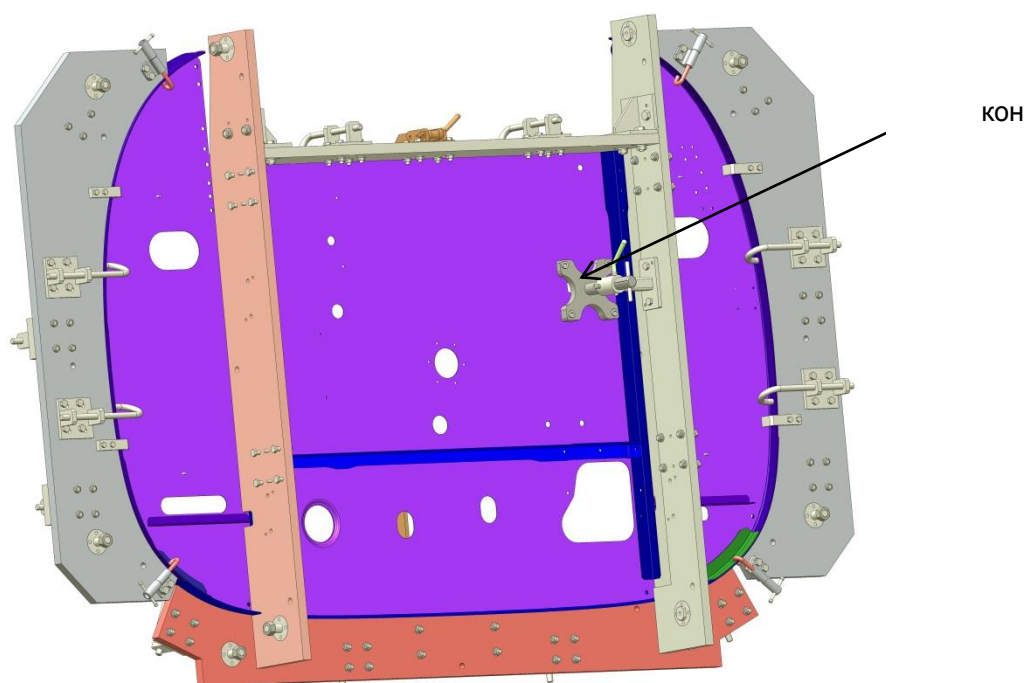


рис. 1.10 Установка кондукторов

1.5.2.5 Очередной этап – проектирование силового каркаса приспособления.

Каркас обеспечивает прочности и жёсткость приспособления. Обычно каркас изготавливают из стальных профилей, обеспечивающих требуемую жёсткость приспособления. В нашем случае каркас представляет замкнутый восьмиугольник, сваренный из стальной квадратной трубы 120x120мм. На каркас варятся стаканы под заливку кронштейнов крепления рубильников. Кронштейны заливают с помощью специального цемента на инструментальном стенде. При наличии 3D модели - монтаж рубильников ведётся на специальных кронштейнах с помощью комплекта прокладок по лазер-трекеру (рис. 1.11) .

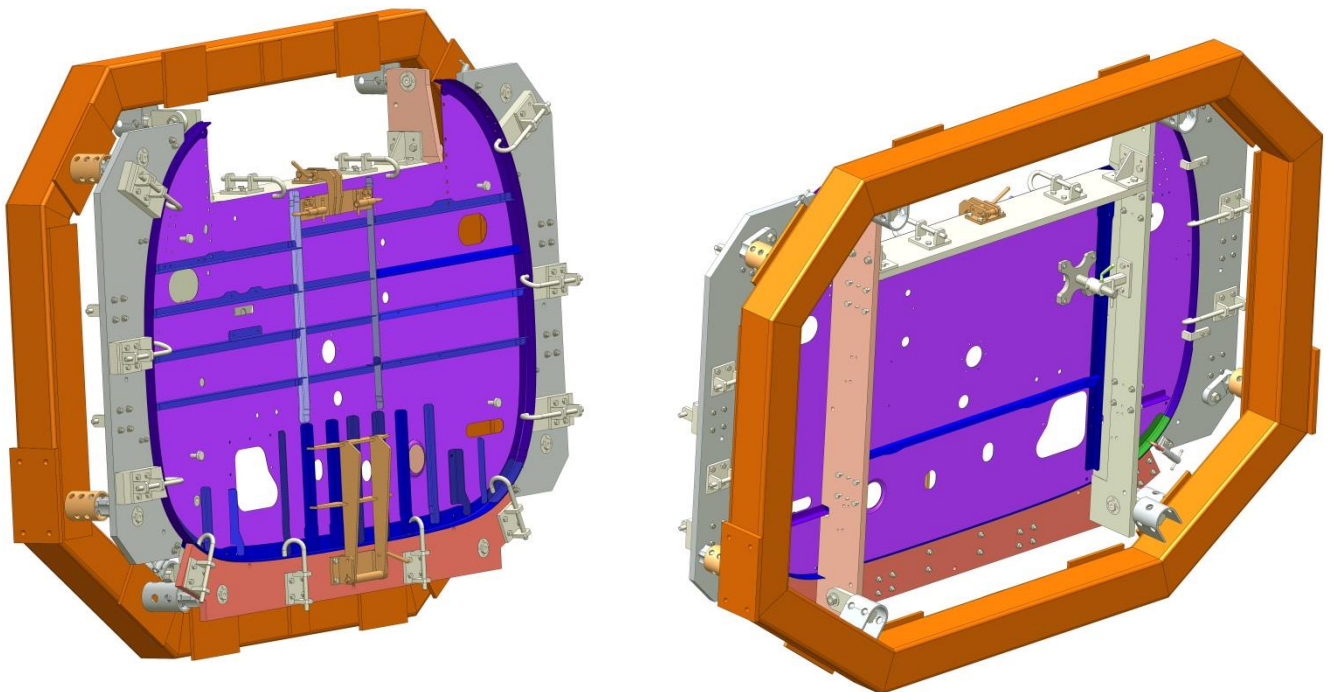


рис. 1.11 Силовой каркас приспособления

1.5.2.6 Заключительный этап проектирования - установка каркаса на стойки.

Приспособление должно находиться на комфортной для работы высоте. При необходимости проектируют подставки и стремянки. Для удобства работы иногда раму приспособления делают поворотными. В нашем случае шпангоут имеет небольшие габариты - поэтому дополнительного оснащения не требуется. Каркас располагаем так, что рабочая зона находится на высоте: 700÷1800мм. (рис. 1.12). По требованию цеха приспособление может быть установлено на колёса.

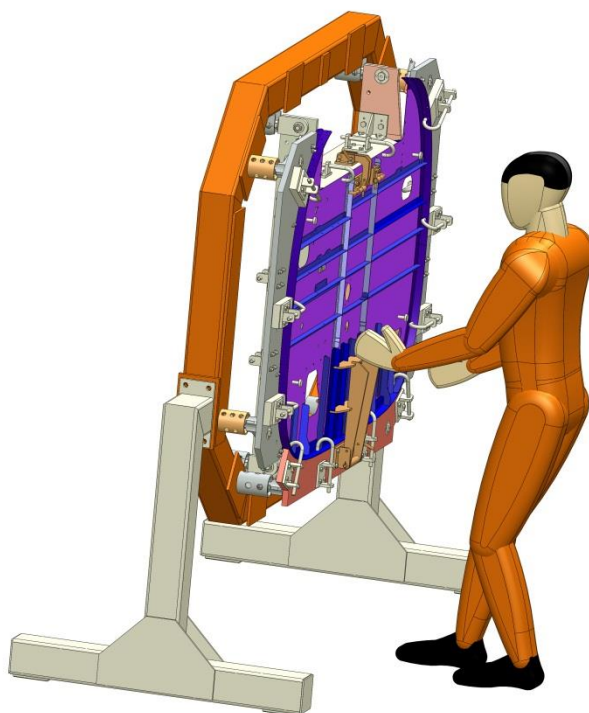


рис. 1.12 Стапель в сборе

2 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Изучение дисциплины «Проектирование оснастки для агрегатной сборки» завершается выполнением курсовой работы (КР), что значительно поможет студенту при разработке курсового проекта по курсу «Технология сборки летательных аппаратов», а затем – при разработке дипломной работы (ВКР).

Цели и задачи при выполнении курсовой работы следующие:

- Закрепление знаний, полученных при изучении указанной дисциплины в процессе самостоятельных решений студентом задач при разработке КР;
- Развитие способности читать чертеж сборочной единицы (СЕ) с целью выработки наиболее эффективной и целесообразной схемы её сборки и разработки эскиза сборочного приспособления (для КР по теме ТСЛА), а затем, чертежа сборочного приспособления для ВКР;

- Развитие навыков самостоятельной работы с лекционным материалом и рекомендуемой литературой;

- Качество выполненной КР позволяет установить степень усвоения

студентом полученных теоретических знаний, умения работать с дополнительными источниками информации и способности применять их при решении конкретных задач;

- Выполнение КР значительно поможет студенту в работе над дипломом.

Качество изложенного материала курсовой работы показывает степень усвоения студентом полученных знаний и способность применять их, а также его умение работать с дополнительными источниками информации.

Оформленная КР оценивается Руководителем КР (Отзыв-характеристика по выполненной работе) и утверждается Заведующим кафедрой.

КР, полностью выполненная и оформленная, сдается студентом на кафедру.

3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

КР является самостоятельной работой студента. За качество и сроки выполнения работы ответственен студент.

Все правила и требования по содержанию и оформлению КР изложены в Приказе № 227 от 30 декабря 2015 г. , ДГТУ, Сайт - info.dstu.edu.ru.

Пояснительная записка (ПЗ) должна быть написана на одной стороне листов формата А4, форма 2 и 2а (ГОСТ 2.104). Всего страниц ПЗ должно быть не менее 10 (печатного текста с межстрочным интервалом 1,5).

Текст ПЗ выполняют одним из следующих способов:

- С использованием текстовых редакторов ЭВМ: шрифтом Times New Roman, 14 pt, интервалом – 1,5, абзацы – 1,25. Между заголовком и текстом ставится дополнительный межстрочный интервал;

- Рукописным, аккуратно, пастой (чернилами) одного цвета (черного, синего, фиолетового); применение в одной работе чернил разного цвета не допускается.

Высота строчных букв в тексте не менее 2.5 мм. В формулах высота букв и цифр прописных 5-8 мм, строчных 3- 4 мм.

Для иллюстрации изложенного следует приводить фотографии, графики, схемы, эскизы, рисунки. Все расчеты должны сопровождаться ссылками на источники (литературу), из которых заимствованы формулы, коэффициенты и другие данные с указанием страниц, рисунков, таблиц схем или карт источников.

Заголовки: СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ, оформляются прописными буквами, 14 pt. и располагаются по центру на отдельных страницах, а номера страниц не проставляются. Точка в конце этих слов не ставится. Названия разделов, подразделов Основной части КР пишут строчными буквами (первая – прописная) с абзацного отступа, нумеруются арабскими цифрами без точки, и без точки в конце заголовка.

Листы ПЗ оформляются рамкой со штампом (форма 2 и 2а) по ГОСТ 2.1.

Расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней и нижней рамки должно быть не менее 10 мм. Расстояние от рамки до границ начала и конца строк текста не менее 3 мм. Абзацы в тексте начинают отступом 1,25, или равным 12-12,5 мм. Расстояние между заголовками и сетом при выполнении машинописным способом должно быть равно 3 интервала, при выполнении рукописным способом - 15 мм. Расстояние между заголовками и текстом разделов, подразделов - 2 интервала, при выполнении рукописным способом - 8 мм.

Опечатки, графические неточности и т.п. допускается подчищать или закрасивать белой краской с нанесением на том же месте исправленного материала.

Нумерация страниц, в тексте ПЗ, включая иллюстрации и таблицы, выполненные на листах формата А4, сквозная. Первым листом, является титульный лист, который не нумеруется. Вторым – Задание (на 2-х страницах) тоже не нумеруется.

Страницы ПЗ должны быть пронумерованы и снабжены обложкой.

Эскизы и схемы должны быть выполнены с соблюдением требований ЕСКД.

4 СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа разрабатывается и оформляется в виде Пояснительной записки.

Пояснительная записка выполняется по следующему плану и должна иметь следующий обязательный элементный состав :

- Титульный лист;
- Задание;
- Содержание;
 - Введение;
 - Основная часть КР с разделами и подразделами :
 - описание конструкции сборочной единицы (СЕ);
 - эскиз сборочной единицы (допустимо на формате А3)
 - этапы проектирования сборочного приспособления для СЕ;
 - описание сборочного приспособления;
 - эскиз сборочного приспособления (допустимо на формате А3);
 - Заключение;
 - Список использованных источников.

4.1 ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Титульный лист КР имеет заголовок
«ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА».

Титульный лист должен соответствовать и оформляться согласно Приказу № 227 от 30 декабря 2015 г. , ДГТУ, Сайт - info.dstu.edu.ru.

Он является первой страницей курсовой работы, но номер на странице не проставляют.

4.2 ЗАДАНИЕ

Задание выписывается на специальном бланке руководителем работы. Задание должно быть обязательно подписано руководителем работы. Студент расписывается на задании, когда принимает его к исполнению. Задание является второй и третьей страницей КР, но номер на страницах не проставляют.

4.3 СОДЕРЖАНИЕ

В разделе «Содержание» последовательно перечисляются заголовки (по наличию) глав, разделов, подразделов, и приложений с указанием номера страницы, на которой помещён каждый заголовок. Титульный лист этого раздела является четвертой страницей КР - номер проставляется в штампе страницы.

4.4 Введение

Во введении должна быть рассмотрена актуальность курсовой работы, важность применения рациональной сборочной оснастки.

Планер вертолета состоит из деталей, узлов и агрегатов, собираемых и соединяемых между собой, преимущественно, заклепками, болтами и сваркой.

Конструкция планера вертолётa, как и вся авиационная техника, имеет ряд характерных особенностей:

- многодетальность СЕ;
- сложные конфигурации наружных поверхностей и высокие требования к точности их обводов на собранном изделии;
- небольшая жёсткость большинства деталей, входящих в сборочные единицы;
- высокие требования к точности деталей;
- высокие требования по точности взаиморасположения деталей, узлов, других сборочных единиц, агрегатов, приборов, вооружения и других систем;

Эти особенности приводят к необходимости использовать при сборке планера вертолётa и их узлов сборочную оснастку (приспособления, стапели, плазы, разделочные и стыковочные стенды и др.).

Именно проектирование, изготовление и применение сборочной оснастки для сборки узлов планера и фюзеляжа (планера в целом) вертолётa должно обеспечивать все, требуемые конструкторской документацией, параметры СЕ.

4.5 Основная часть курсовой работы

Содержание разделов Основной части КР должны быть взаимосвязаны, не противоречить друг другу, а по смысловому содержанию дополнять и пояснять друг друга.

4.5.1 Описание конструкции СЕ – для проектирования сборочного приспособления необходимо проработать чертеж СЕ, технические требования (ТТ) чертежа СЕ и ТТ на вертолет. Затем кратко описывается конструктивное устройство СЕ, перечисляются основные (по согласованию с руководителем) детали СЕ и их основные данные. Определяются параметры СЕ, которые должны обеспечиваться сборочным приспособлением и схемой сборки;

4.5.2 Эскиз СЕ – разрабатывается по результатам проработки чертежа СЕ и ТТ (по п. 4.5.1). Допускается упрощать (по согласованию с руководителем) на эскизе конструкцию СЕ. Оформляется эскиз с учетом требований ЕСКД. Формат - А4 или А3.

4.5.3 Этапы проектирования сборочного приспособления для СЕ :

- Сначала определяются детали СЕ которые необходимо устанавливать на сборку с базированием по элементам сборочного приспособления. Затем определяются методы установки остальных деталей.
- Разрабатывается схема размещения в сборочном приспособлении и вид базирующих элементов : рубильников, опор, упоров, КФО, ОСБ, и др.). Схема может быть представлена в описательном, или в графическом видах;
- Определяется и описывается облик силовой (несущей) конструкции приспособления, обеспечивающей ей необходимую прочность и жесткость, а также возможность и удобство выполнения работы сборщиком-клепальщиком ;
- Разрабатывается технологическая схема всех этапов монтажа базирующих элементов приспособления при его сборке. Схема разрабатывается в виде блоков на каждый базирующий элемент и на каждый шаг монтажа и с учетом выполнения плазово-шаблонных работ. Для КР необходимо представить только одну схему на определенный (по согласованию с руководителем КР) параметр СЕ с целью расчета ожидаемой точности этого параметра на собранной СЕ;
- Рассчитывается ожидаемая погрешность сборки по каждому заданному параметру СЕ. Для КР необходимо выбрать (по согласованию с руководителем) только один параметр СЕ (см. п. 3.5.3.3) и рассчитать ожидаемую точность его выполнения при выбранной схеме сборки. Делается вывод о правильности выбранной схемы сборки. Для расчета рекомендуется использовать теоретический раздел (п. 1.4) настоящих методических указаний.

4.5.4 Описание сборочного приспособления выполняется в текстовом виде с ссылками на эскиз сборочного приспособления. Описываются наиболее важные (по согласованию с руководителем) элементы приспособления.

4.5.5 Эскиз сборочного приспособления разрабатывается и представляется с учетом требованиям ЕСКД. Линии, обозначающие базовые поверхности элементов приспособления выполняются красным цветом. Формат эскиза – А4 или А3.

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Заключении студент приводит краткие выводы по результатам выполненной работы (рекомендуется выводы сделать по каждому этапу Основной части КР), и отражает соответствие полученных результатов КР заданию.

В конце заключения указывается значение разработки КР на дальнейший процесс обучения студента.

6 ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ СБОРКИ

6.1 Пример 1:

Требуется рассчитать ожидаемую точность сборки шпангоута фюзеляжа, при условии, что заданный по ТУ допуск на отклонение его от теоретического контура

Дано: Шпангоуты изготавливаются в сборочных приспособлениях (далее - приспособлениях) с базой по наружному контуру и с фиксацией стенки шпангоута по КФО.

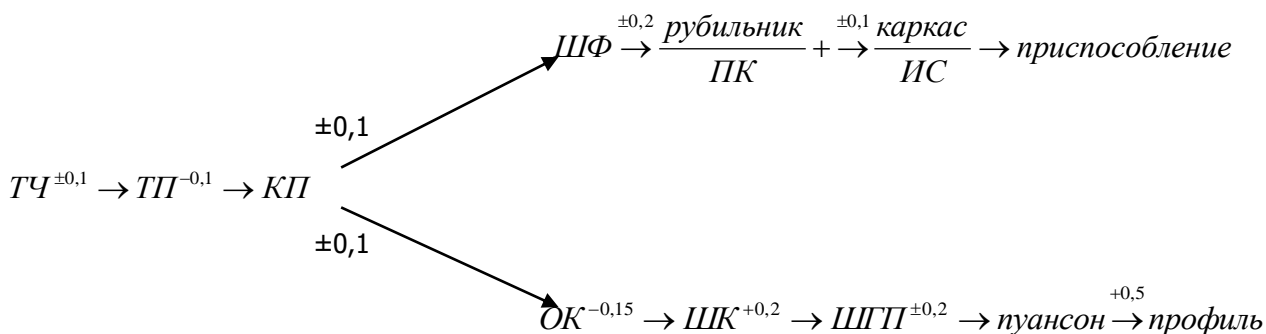
Решение :

Выполним расчет ожидаемой точности сборки шпангоута в приспособлении и сравним ее с рассчитанным выше допуском.

Ожидаемую точность сборки шпангоута, собираемого в приспособлении с базой от наружного контура («от обшивки») определяем по формуле (1.1):

$$L_{сб.} = L_{присп.} + L_{дет.}$$

Для расчета составляем структурную схему увязки оснастки, где в верхней ветви отразим этапы изготовления приспособления, а в нижней - профиля шпангоута :



По таблице 1.2 определим погрешности на вновь появившихся этапах, сведя всю информацию в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

Этапы	Отклонения
КП-ОК	-0,1;+0,1
ОК-ШК	-0,15;0
ШК-ШГП	0;+0,2
ШГП-пуансон	-0,2;+0,2
пуансон-профиль	-0;+0,5
КП-ШФ	-0,1; +0,1
ШФ - рубильник	-0,2; +0,2
рубильник - каркас	-0,1; +0,1

Для определения погрешности сборочного приспособления берем все этапы его изготовления (верхняя ветвь).

$$L \text{ присп. max.} = 0,1+0,2+0,1 = 0,4\text{мм.}$$

$$L \text{ присп. min.} = -0,1-0,2-0,1 = -0,4\text{мм.}$$

Таким образом, погрешность изготовления приспособления будет:

$$L \text{ присп.} = \pm 0,4\text{мм.}$$

Далее рассчитаем погрешность увязки контуров профиля шпангоута, для чего возьмем все несвязанные этапы по структурной схеме (нижняя ветвь).

$$L \text{ дет. max.} = 0,1+0,2+0,2+0,5 = 1\text{мм.}$$

$$L \text{ дет. min.} = -0,1-0,15-0,2 = -0,45\text{мм.}$$

Складывая погрешности приспособления и детали получаем искомую ожидаемую погрешность сборки шпангоута :

$$L_{\text{сб.}} = L \text{ присп.} + L \text{ дет.} = \frac{0,4+1}{-0,4-0,45} = \frac{+ 1,4 \text{ мм.}}{- 0,85 \text{ мм.}}$$

Сравнивая ожидаемую погрешность с назначенным допуском на сборку шпангоута $\delta_{\text{фюз.ТУ}} = \pm 2 \text{ мм.}$, приходим к выводу о правильности принятых решений по построению технологического процесса, применяемой оснастке и способам ее увязки.

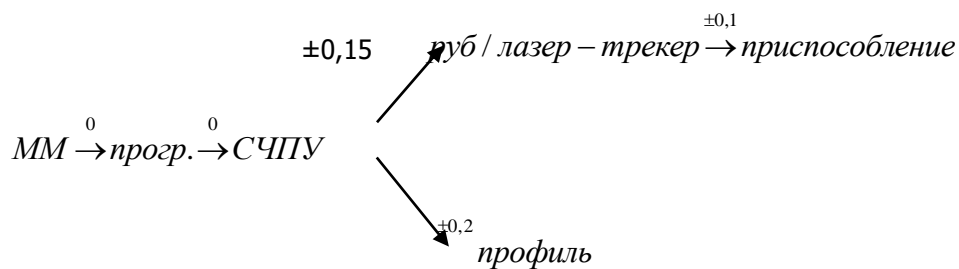
6.2 Пример 2:

Рассмотрим сборку этого шпангоута, но при изготовлении деталей и приспособления на станках ЧПУ по ЭМ.

Рассчитаем ожидаемую точность сборки шпангоута фюзеляжа, при условии, что заданный по ТУ допуск на отклонение его от теоретического контура

$$\delta_{\text{фюз.ТУ}} = \pm 2 \text{ мм.}$$

При связанном изготовлении деталей и расчетно-плазовом методе увязки (по ЭМ) составляем структурную схему :



Для определения погрешности сборочного приспособления $\delta_{\text{пр}}$ берем все этапы его изготовления.

$$L_{\text{присп. max.}} = 0,15 + 0,1 = 0,25 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{присп. min.}} = -0,15 - 0,1 = -0,25 \text{ мм.}$$

Таким образом, погрешность изготовления приспособления будет:

$$L_{\text{присп.}} = \pm 0,25 \text{ мм.}$$

Далее рассчитаем погрешность увязки контуров профиля шпангоута, для чего возьмем все несвязанные этапы по структурной схеме.

$$L_{\text{дет.}} = \pm 0,2 \text{ мм.}$$

Получим искомую ожидаемую погрешность сборки шпангоута :

$$L_{\text{сб.}} = L_{\text{присп.}} + L_{\text{дет.}} = \pm 0,25 \pm 0,2 = \pm 0,45 \text{ мм.}$$

Сравнивая ожидаемую погрешность с назначенным допуском на сборку шпангоута $\delta_{\text{диоз.ТВ}} = \pm 2 \text{ мм.}$, приходим к выводу о правильности принятых решений по построению технологического процесса, применяемой оснастке и способам ее увязки.

Как видно из расчёта этого метода изготовления оснастки - достигается более высокая точность сборки изделия, чем при традиционном плазово-шаблонном методе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. И.Н.Волошин; Обеспечение точности обводов клепаных агрегатов самолета. 1979г. 152 с. Техбиблиотека ОАО «Роствертол».
2. В.П.Григорьев, Ш.Ф.Ганиханов;
Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов.
М., «Машиностроение», 1977. 140 с. Техн. Библиотека ПАО «Роствертол»;
3. И.М. Колганов, В.В. Филиппов;
Проектирование сборочных приспособлений, прочностные расчёты, расчёт точности сборки. Ульяновск, УлГТУ, 2000г.
4. В.В Бойцов, Ш.Ф. Ганиханов, В.Н. Крысин;
Сборка агрегатов самолёта.
Москва. Машиностроение 1988г. 152 с.
5. Е.С. Гольдберг, В.М. Михайликов, В.М. Швачун, С.Н. Шевцов, М.Б. Флек, А.А. Филиппов;
Технология агрегатно-сборочного производства вертолётов.
Ростов – на – Дону, ДГТУ.
6. Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ).
Приказ № 227 от 30 декабря 2015 г. , ДГТУ, сайт - info.dstu.edu.ru.