



МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

АЛЕВАН И.М.

Цена 25 к.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

КОНСТРУИРОВАНИЕ
АГРЕГАТОВ
ПЛАНЕРА
САМОЛЕТА

КП-2

КОЛГАНОВ А.Ф.

МОСКВА · 1991

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ

КОНСТРУИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ
ПЛАНЕРА САМОЛЕТА

Методические указания к курсовому проекту

Утверждено
на заседании редсовета
25 мая 1990 г.

Москва
Издательство МАИ
1991

А 18 (075)

К 65

УДК: 629.735.33.02.001.2 (071.1)

Автор-составитель И.М. Алявдин

Конструирование агрегатов планера самолета: Методические указания к курсовому проекту / Авт.-сост. И.М. Алявдин. - М.: Изд-во МАИ. - 44 с.: ил.

Изложено содержание разделов курсового проектирования по тематике, связанной с конструированием агрегатов (частей) планера самолета. Перечислены требования к разработкам конкретных заданий и их графическому оформлению, а также к составлению расчетно-пояснительной записки. Приведены рекомендации по рациональной организации самостоятельной работы студентов и методические указания, обеспечивающие полноту и грамотность выполнения проекта.

Пособие предназначено для студентов специальности "Самолетостроение".

Рецензенты: И.Я. Катыврев, Ю.В. Андреев

© Московский авиационный институт, 1991

1. ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект (КП-2) посвящен эскизной разработке конструкций частей самолета (агрегатов планера самолета). Он выполняется после курсового проекта КП-1, в котором основное внимание уделяется разработкам узлов и деталей конструкции самолета.

Для успешного выполнения КП-2 студенты должны хорошо знать материал курсов "Проектирование конструкций самолетов", "Строительная механика", "Расчет самолета на прочность", "Технология самолетостроения". Несомненно также, что грамотному решению отдельных узлов будут способствовать практические навыки, приобретенные студентами при выполнении лабораторно-практических заданий.

КП-2 предусматривает конструктивную разработку задания и решение технологических вопросов, конкретно связанных с процессами изготовления подбороочной единицы и общей сборки агрегата, в чем и состоит главная особенность данного проекта, позволяющая создать более гармоничную конструкцию в целом. Эта особенность находит свое выражение в графической и расчетной частях проекта.

Темами проекта являются отдельные конструкции агрегатов планера самолета, допускающие функциональное вычленение их из общей конструктивной схемы: отъемная часть крыла, центроплан, секции (носовая, центральная, хвостовая) фюзеляжа, горизонтальное (в том числе цельноповоротное) и вертикальное оперения (точнее - стабилизаторы или кили), gondолы двигателей с пилонами.

В некоторых случаях темами проектов могут быть разработки отдельных частей перечисленных выше агрегатов, например, рули, средства механизации и крыла, конструкции кабин экипажа, грузовые отсеки фюзеляжа, ramпы и т.п.) при условии их силовой и кинематической увязки с соответствующими базовыми конструкциями.

По согласованию с руководителем проекта студенты могут выполнять проекты по тематике СКБ, проекты с научно-исследовательским уклоном.

Общими целями проекта являются:

- а) закрепить теоретические знания студента путем вовлечения его в реальные процессы конструирования;
- б) обучить его практическим методам и приемам конструирования;
- в) привить ему навыки самостоятельной работы со справочно-технической литературой и чертежной документацией;
- г) научить студента умело использовать опыт конструкторов, реализованный в готовых изделиях образцов;
- д) воспитать у него зрелый и критический подход к решаемым задачам с позиций конструктора, технолога, расчетчика.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ПРОЕКТА

Курсовой проект КП-2 состоит из графической части и пояснительной записки.

Графическая часть содержит два тематических чертежа: первый – сборочный чертеж разрабатываемой части (агрегата) самолета; второй – сборочный чертеж подсборочной единицы, отдельно функционально (в технологическом отношении) существующей в процессе сборки агрегата и представленной на первом чертеже.

Пояснительная записка должна содержать все необходимые расчеты, схемы и описания, подтверждающие и обосновывающие правильность принятых решений. Она выполняется на стандартной писчей бумаге размером 210x297 мм на 20-25 листах, включая 8-10 страниц содержания технологической части.

В некоторых случаях по согласованию с консультантом по технологической части отдельные эскизы, схемы или чертежи могут быть представлены на стандартных чертежных листах (на ватмане или миллиметровке). Содержание и форма технологической части определяются консультантом в соответствии с требованиями "Методических указаний к выполнению технологической части курсового проекта" / Кондратенко Р.М., Кондрашов В.З., Киселев Н.М., Родионов Ю.Д. – М.: МАИ, 1989.

Графическая часть и пояснительная записка в специфических условиях учебного проекта содержат ряд особенностей, которые отличают их от рабочего проекта прежде всего некоторыми отклонениями от полных стандартных требований к чертежам, предусмотренных нормативами ГОСТ 2.109-73 и СТ СЭВ 858-78.

Эти особенности касаются главным образом сокращения полноты комплектации чертежей, некоторых упрощений в обозначениях сборочных единиц и нормализованных крепежных деталей. Так, например, на первом сборочном чертеже общего вида агрегата для экономии времени и объема проставляются некоторые размеры и указываются базы, относящиеся к специально (отдельно) выполняемым теоретическим и габаритным чертежам; сборочные единицы (и их число) выбираются в известной мере условно, без всестороннего учета возможностей и необходимости расчленения агрегата; для групп крепежных деталей (болт, гайка, шайба, шплинт и др.) одного узла номера позиций проставляются с одной выносной линией (на так называемой "этажерке").

Кроме того, на сборочных чертежах проекта (первом и втором) показываются дополнительные виды, разрезы и сечения (кроме иллюстрирующих собственно процесс сборки), характеризующие особенности конструктивно-силовых схем (КСС), технологию сборки и изготовления.

Обычно размеры первого чертежа составляют 2-3 стандартных листа формата А1 (или А2) в зависимости от степени подробности разработок, а второго – 1 лист формата А1. Допускается использование рулонных листов или склейка листов по длинным или коротким сторонам.

Размеры и обозначения основных форматов:

Обозначение формата		Размеры, мм
по ГОСТ 3450-60	по ГОСТ 2.301-68	
A0	44	1189x841
A1	24	594x841
A2	22	420x594
A3	12	297x420
A4	11	210x297

3. РАБОТА НАД ПРОЕКТОМ

3.1. Задание

Для выполнения проекта каждый студент получает индивидуальное задание, записанное на бланке (см. приложение I), в котором указываются:

а) наименование темы проекта с шифром (см. Учебное пособие к курсовому проектированию агрегатов планера / Васильев В.В., Ендогур А.И., Киселев В.А. и др. - М.: МАИ, 1987).

б) уточнение при необходимости содержания задания на разработку агрегатов и его узлов;

в) геометрия и размеры агрегата, количество и типы его соединения с частями самолета;

г) тип самолета, к которому относится разрабатываемый агрегат, его ЛТХ и особенности, учитываемые в процессе проектирования;

д) расчетные нагрузки в виде схем и эпюр нагружения;

е) общие КСС агрегатов (кроме заданий по конструированию фюзеляжей и гондол двигателей).

Подробные данные и числовая информация пп. "в", "г", "д", "е" приводятся для каждого конкретного задания в учебном пособии (см. п. "а").

При необходимости в задании указываются дополнительные технические требования конструктивного, технологического и эксплуатационного характера. По согласованию с руководителем проекта допускается внесение изменений в задание и содержание разработок общих видов агрегата и подборочной единицы.

Если студент предлагает тему, на которую не разработано типовое задание, то в бланк задания необходимо записать параметры проектируемого агрегата, технические условия и требования, расчетные нагрузки (и/или методы их определения), объем и степень подробности проработки (соответствующие общим типовым требованиям).

3.2. Организация работы

Каждый студент получает от руководителя задание, которое в день выдачи записывается в бланк (приложение I) и подписывается студентом и руководителем. При этом обращается внимание студента на необходимость регулярного посещения консультаций с целью контроля правильности, полноты и темпа выполнения проекта.

На второй неделе после выдачи задания студент уточняет и согласовывает с руководителем содержание работ и номенклатуру узлов и мест, подлежащих детальной проработке, составляет макет листов. Одновременно с этим консультант по технологической части оформляет задание и утверждает предлагаемую схему членения агрегата.

Полностью законченный в срок и подписанный руководителем и консультантом проект студент представляет на защиту перед комиссией, состоящей из двух преподавателей.

Проект оценивается по следующим показателям:

1) правильность реализации КСС агрегата и подборок, соответствие их назначению самолета и техническим требованиям;

2) соответствие разработанной и вычерченной конструкции параметрам и нагрузкам, указанным в задании;

3) соответствие содержания представленных на защиту листов общим требованиям и объему графической части проекта;

4) наличие элементов собственного творчества студента;

5) полнота конструктивной разработки, иллюстрирующая процесс общей сборки агрегата, конструкцию его узлов и элементов, процесс изготовления подборки и ее конструкцию;

6) количество и степень подробности приведенных в пояснительной записке расчетов;

7) качество чертежей, знание стандартов, грамотное использование нормативной документации и соблюдение требований ЕСКД;

8) характер работы над проектом и время его представления к защите (отзыв руководителя, защита в срок или после).

При оценке проекта принимается во внимание правильность, грамотность и полнота ответов на вопросы при защите.

В случае обнаружения на защите в проекте крупных ошибок в чертежах, недоделок или отсутствия расчетов в записке, а также при неудовлетворительных ответах проект не принимается, а студенту предлагается доработать его, устранить ошибки и представить на защиту повторно. Во всех случаях направления проекта на повторную защиту комиссия делает на листах соответствующую пометку. При несоответствии исполнения проекта исходным данным задания или в случае грубо искаженной и неработающей КСС проект переделывается полностью.

3.3. Порядок выполнения задания

Самостоятельная работа над проектом начинается с ознакомления с заданной конструктивной частью и ее КСС. Из числа возможных КСС обстоятельно анализируется заданная. Для этой цели используются натурные образцы, находящиеся в лаборатории кафедры, технические описания конструкций самолетов и чертежи агрегатов в методическом кабинете кафедры, альбомы, журналы и книги.

Проведенный анализ может служить вводной частью пояснительной записки, где следует сформулировать степень соответствия данной КСС агрегата ЛТХ самолета, обращая внимание на ее целесообразность с точки зрения технологии, эксплуатации, ресурса и массы.

На основании сделанного анализа составляется эскиз общего вида агрегата, на котором разрабатывается предварительная схема каркаса с выделением на ней усиленных элементов и узлов приложения сосредоточенных нагрузок. Схема должна содержать всю компоновочную информацию о расположении и габаритах топливных отсеков или баков, контуры присоединяемых частей, изображаемых обычно пунктирной линией с двумя точками; количество и типы основных стыковых узлов, размеры и расположение вырезов и эксплуатационных люков.

По эскизу намечается директивная общая сборка агрегата и количество подборок частей, панелей, секций, узлов и, может быть, деталей. Одновременно с этим агрегату и его частям присваивается номер согласно системе обозначения изделий основного производства (приложение 2). Процесс сборки уточняется и согласовывается с консультантом-технологом. Намеченная схема сборки позволяет выделить одну из подборок единиц в качестве объекта для подробной разработки второй части проекта - общего вида подборки и ее конструкции.

Параллельно с конструктивной разработкой эскизов агрегата и подборок единиц следует производить проектировочный расчет, который для экономии времени можно выполнять в два этапа: сначала, ориентируясь на общие проектировочные рекомендации по расположению и типовым сечениям элементов без каких-либо расчетов, кроме упрощенных, а затем после образования приближенной КСС агрегата (подборки) и ее увязки в заданных габаритах, уточняя геометрические и прочностные характеристики отдельных элементов.

Предварительно разработанные эскиз агрегата и схема сборки (а в некоторых случаях и дополнительная кинематическая схема) позволяют наметить необходимое число видов, разрезов и сечений, типовых соединений и нетиповых узлов, которые следует поместить на чертеже общего вида агрегата и тем самым окончательно скомпоновать этот чертеж.

По согласованным рабочим вариантам общего вида агрегата и процесса сборки студент должен выбирать материал, конкретные виды соединений и тип крепежных деталей. Тщательная и подробная разра-

ботка агрегата упрощает конструирование подборок единицы. Необходимо обратить внимание проектанта на точную увязку ее с КСС агрегата, на соблюдение конфигурации и сечений, соответствующих разработанным условиям компоновки, соединениям и последовательности сборки.

3.4. Проектировочный расчет

Выполнению чертежей общих видов агрегата и подборок предшествует проектировочный расчет, обосновывающий выбор числа конструктивных элементов, форм их сечений и геометрических параметров.

Однако цель проектировочного расчета состоит не только в этом. С его помощью при разработке вариантов конструкций определяются оптимальные параметры, удовлетворяющие требованиям минимальной массы, заданного ресурса, жесткости.

Известно, что оптимизация параметров многодетальных конструкций является сложной задачей и требует применения вычислительной техники. Для курсового проекта подобные затраты времени на использование ЭВМ не всегда целесообразны (особенно если нет соответствующего программного обеспечения). Поэтому для выполнения проектировочного расчета применяются приближенные методы и графоаналитические (или просто графические) способы определения оптимальных параметров.

Надо помнить, что во всех случаях быстрота и простота расчетов на этапе эскизной проработки конструкции более важны, чем их точность. Но вместе с этим надо четко представлять себе степень погрешности при введении всякого рода упрощений.

При проектировочном расчете сложных многодетальных конструкций можно рекомендовать способ выделения одной основной силовой детали, для которой расчет производить по определяющему обобщенному критерию прочности (например, $\sigma_{кр}$ при сжатии) или жесткости (EF для растяжения или EY для изгиба), а при детальной разработке распределить напряжения или деформации пропорционально параметрам, числу и механическим характеристикам присоединяемых деталей.

4. КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕМ ПРОЕКТОВ

4.1. Крыло и оперение

Содержание и выполнение проектов по темам "Отъемная часть крыла" (ОЧК), "Центроплан", "Вертикальное и горизонтальное оперение" имеет много общего в конструктивном и технологическом отношении, поэтому их можно рассмотреть вместе, объединяя типовые подходы и выделяя лишь специальные характерные признаки.

Все перечисленные объекты относятся к категории подкрепленных продольно-поперечными балками тонкостенных оболочковых конструкций, что определяет полную аналогию в работе составляющих их элементов и упрощает использование методов проектирования и прочностного расчета.

После согласования рабочего варианта агрегата и процесса его сборки приступают к оформлению чертежа общего вида, на котором агрегат изображается в плановой проекции и в рабочем положении. Для вычерчивания основной проекции выбирается соответствующий масштаб (желательно не меньше 1:5 и в исключительных случаях 1:10) таким образом, чтобы на листе формата А1 можно было изобразить конструктивные элементы, принципиальные схемы соединений и теоретические размеры, характеризующие расстановку элементов и КСС. Установленные масштабы форматов листов (ГОСТ 2.302-68 и СТ СЭВ 1130-78):

Масштаб уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500
Масштаб увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Для изображения конструктивных узлов и соединений на чертеже общего вида обшивка в зоне этих узлов и соединений не показывается (в местах стыковых узлов, установки опорных узлов подвесок и кронштейнов навески элеронов и рулей, вдоль усиленных нервюр, в зоне законцовки, на участке крепления опор механизации по передней и/или задней кромкам).

На главной проекции агрегата толстой основной линией обводится контур разрабатываемой конструкции, а части, входящие в об-

щий компоновочный чертеж агрегата, но не разрабатываемые в конкретном задании, показываются штрихпунктирными линиями с двумя точками. Например, при разработке конструкции ОЧК, киля, стабилизатора штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками показываются контуры элеронов, рулей, механизации (предкрылки и закрылки, отклоняющиеся носки, спойлеры, тормозные штилки), если они не являются объектами проектирования. Аналогично должны быть изображены контуры сопрягаемых с объектом стыковых узлов и деталей (бортовых нервюр или шпангоутов, обтекателей подвесок, зализов), но без детальной проработки их конструкций. Подвижные детали показываются в рабочем положении, а их крайние или промежуточные положения изображаются штрихпунктирными линиями с двумя точками.

На общем виде чертежа должны быть четко изображены КСС агрегата, места пересечений элементов и геометрия соединений. Элементы КСС должны иметь реальное конструктивное завершение.

Чертеж общего вида, помимо того что является конструктивно-сборочным, представляет собой документ, содержащий информацию о теоретических, технологических и эксплуатационных особенностях агрегата.

В связи с этим на чертеже общего вида в дополнение к сборочным исполнительным размерам проставляются габаритные, показывающие полные для скомпонованного агрегата размеры; теоретические, иллюстрирующие элементы плазовой разбивки элементов КСС, а именно расстояния между лонжеронами, шаги стрингеров, расстояние между нервюрами, закоординированные относительно основных установочных баз (плоскостей, линий, узлов); эксплуатационные, характеризующие рабочие положения, крайние отклонения частей и деталей (ходы - линейные и угловые, перемещения отдельных элементов).

Кроме этих размеров указываются и другие, необходимые для уточнения производственно-технологических особенностей (допускаемые величины зазоров между частями, щели, отступления от теоретических ограничений и т.п.) и для дополнительной характеристики конструктивных элементов и их соединений так называемые справочные размеры, отмечаемые звездочкой.

На чертеже общего вида показываются также наиболее важные компоновочные узлы - люки для подхода к установленным внутри конструкции блокам оборудования и механизмам с их габаритами, узлы систем оборудования, крышки топливных горловин, узлы крепления и регулировки подвесок. Размеры герметизированных топливных отсеков

обозначаются штрихпунктирной линией на расстоянии 2-3 мм от ограничивающих их конструктивных элементов.

Чертеж общего вида агрегата используется также и для демонстрации схемы членения его на подбороочные единицы. Для этого студент предварительно должен составить и согласовать с консультантом по технологической части последовательность процесса сборки, перечень подбороочных единиц и их конструктивно-технологическое оформление при поступлении на сборку. Таким образом составляется представление о числе подбороочных единиц, видах и последовательности их соединений. Эта информация наносится на чертеж общего вида путем изображения номера подборки (позиции) на полках линий-выносок, проводимых от каждой составной части - подборки. Номера позиций принято ставить вне контуров изображения агрегата.

Аналогично наносят информацию о характеристиках крепежных деталей в приводимых соединениях подбороочных единиц. В этом случае удобнее применять не полки линий-выносок, а сгруппированы по вертикали строки (образующие так называемые "этажерки") и относящиеся к одному крепежному комплекту.

Подробной разработке агрегата подлежат места, характеризующие процесс сборки и виды соединений элементов, которые могут быть отнесены к двум большим группам: типовые (повторяющиеся многократно и обладающие общностью принципа исполнения) и нетиповые (обладающие местной характерной особенностью).

К группе типовых разработок общего вида относятся:

1) соединения стрингера с обшивкой (показываются поперечное сечение для иллюстрации типа крепежных деталей или способа соединения и вид вдоль по стрингеру с указанием шага крепежа и расстояний от краев соединяемых деталей). Для монолитных панелей в том же сечении и виде показываются их конструктивные особенности;

2) соединения отдельных листов обшивок по продольным и поперечным швам с указанием допустимых размеров зазоров между краями листов;

3) вид соединения обшивки с поясом нормальной нервюры и конфигурация нервюры в полном сечении профиля с подкрепляющими стенку элементами, с типом вырезов под проходящие стрингеры, отверстия облегчения (если имеются), эксплуатационные вырезы под прокладку коммуникаций;

4) сечение по соединению нормальной нервюры со стенкой лонжерона и вид на участок стенки лонжерона до смежной нервюры в случае, если имеются подкрепляющие элементы у стенки;

5) вид на диафрагмы носовой части и соединение их со стенками и поясами лонжеронов;

6) при наличии гермоотсеков - виды герметизации соединений, крышек.

Замечание. Все типовые разработки изображаются в натуральную величину (1:1).

К группе нетиповых разработок общего вида относятся:

1) разрез с видом на усиленную нервюру. Изображение можно давать в двух вариантах;

а) разрез показывается полностью по всей хорде в масштабе основной проекции с представлением двух-трех характерных мест в масштабе 1:1;

б) разрез показывается состоящим из двух-трех мест в масштабе 1:1, из которых составляется полное изображение по хорде. В числе фрагментов должны быть носовая часть, включая сечение по лонжерону, и как минимум два смежных стрингера и хвостовая часть с сечением по задней стенке (или лонжерону) и присоединенным к ней кронштейном, узлом или направляющей и т.п. Если КСС содержит средний продольный элемент (лонжерон, стенку, балку), то показывается третье сечение по нему. Все составляющие виды размещаются на небольшом удалении друг от друга на одной базовой оси (плоскость хорд) и имеют самостоятельное обозначение, отмеченное на общем виде агрегата;

2) разрез через усиленную нервюру с видом на перестыковываемые стрингеры (или проходящие сквозь ее стенку);

3) два стыковых узла, отличающиеся по конструкции, в двух проекциях (обязательно) с вырывами по местам посадки стыковых болтов. Желательно узлы ответных силовых элементов изображать условным контуром;

4) вид на бортовую нервюру длиной примерно 150 мм по обе стороны от стыкового узла и сечение по ней непосредственно около узла с показом вида ее соединения со стенкой лонжерона и со стыковым хвостовиком;

5) соединение законцовки крыла (оперения) с концевой нервюрой и сечение по нервюре;

6) если концевая нервюра имеет узлы присоединения других частей, например шайбы Уиткомба, опорные узлы подкрыльных стоек, узлы подвески грузов, балансиры на ГО или ВО, корневые балки в

T-образных схемах оперения и т.п., то необходимо отдельно показать установку и конструктивное оформление этих узлов на концевой нервюре;

7) при выполнении носовых частей из отдельных секций должно быть показано соединение их между собой местным разрезом по соединению вдоль размаха;

8) если в компоновочной схеме предусмотрены наружные подвески или установка внутренних агрегатов оборудования или систем управления, то необходимо показать конструктивное оформление усиленных мест под соответствующие узлы.

В заданиях по разработке ОЧК и ГО (в том числе переставного) необходимо изобразить на соответствующем виде, разрезе или сечении кинематическую схему перемещения закрылков или рулей высоты для иллюстрации наличия нужных зазоров между разрабатываемой и сопрягаемой частями. Для той же цели можно также вычертить в небольшом масштабе отдельную схему.

Задание на переставной стабилизатор обязательно должно содержать кинематическую схему (отдельно и в меньшем, чем основной вид, масштабе), указание посадок на шарнирной опоре, конструктивный контур ответного опорного узла и условное изображение обтекателей.

Аналогичные требования предъявляются к заданию на проектирование ЦПГО, в конструкции которого должны быть разработаны и показаны подшипниковые опоры и подходы к монтажу опорных узлов возможность осуществления их регулировки, конструкция схемных секций в передней (или концевой) части для установки балансировочных грузов, условный контур сопряженных частей фюзеляжа и узлы (кронштейны) крепления гидравлического привода.

4.2. Разработка подборок в заданиях по крылу и оперению

Выполнение второго тематического чертежа, то есть подбороочной единицы, должно производиться в полном соответствии с общим видом агрегата, на котором согласно сборочному процессу подбороочная единица имеет свой законченный вид (в каком она приходит на общую сборку), свой номер (см. приложение 2), габариты и форму.

Чертеж общего вида подбороочной единицы изображается на листе формата А1 (и больше, если потребуется) обязательно в двух проекциях и в возможно большем масштабе.

Все разрезы, виды, узлы и сечения выполняются только в масштабе 1:1 и с полным согласованием с сопрягаемыми узлами и элементами конструкции агрегата. Так же как и на агрегате, должны быть проставлены теоретические, монтажные и габаритные размеры. На чертеже изображаются обводы теоретического контура и контуры сопрягаемых деталей (например, внешний контур профиля, вид сечений стрингеров и лонжеронов в просечках или вырезках стенок нервюр, габариты обтекателей подшипниковых узлов ЦПГО и др.).

На видах изделий, содержащих гнутые листовые детали, допускается помещать чертеж их развертки. А детали и узлы, приходящие в дальнейшем на сборку с подшипниками, могут быть изображены с уже напрессованными (или запрессованными) подшипниками и с указанием (для справки) посадки.

Особое внимание следует уделять видам поверхностей и формам профилей деталей, согласовывая их конфигурацию, малки, подрез торцов с общим видом агрегата.

Часто в качестве подбороочных единиц фигурируют так называемые длинномерные изделия - лонжероны, стенки, балки, поместить которые на требуемом формате в крупном масштабе невозможно. В этих случаях рекомендуется изобразить отдельно главную проекцию в меньшем масштабе и на ней отметить характерные зоны, закоординировав их дистанциями от основной базы (стыковых узлов). Внутри каждой зоны на указанной дистанции отмечаются типичные для нее размеры (шаги прорезей, расстояния между стойками, число крепежных изделий, их шаги и номенклатура). Обязательно изображаются оба конца изделия и два вида промежуточных зон.

4.3. Фюзеляж и гондолы двигателей

Фюзеляжи и гондолы двигателей принадлежат к одной группе тонкостенных подкрепленных продольно-поперечным набором оболочковых конструкций и имеют много общего в конструктивно-силовом отношении. Конечно, конкретное воплощение КСС может существенно различаться в отдельных случаях. Но общие подходы к разработкам их тождественны.

Задания на проектирование фюзеляжа, как правило, включают разработку секции длиной $(2+3) D_{ф}$, состоящей из регулярной и усиленной частей. В усиленную зону входят вырезы под двери, стыковые узлы с крылом, узлы крепления пилонов двигателей и т.д. Поэтому проектант должен уделить внимание разработке обеих частей, зна-

чительно отличающихся друг от друга. В этом заключается особенность этих заданий. При разработке гондол двигателей часто встречаются с необходимостью разработки практически двух КСС: одной - для подвески двигателей и другой - для крепления пилона.

Чертеж общего вида агрегата вычерчивается, как и для крыла и оперений, на 2-3 листах формата А1 в масштабе не менее 1:5.

После согласования общей схемы и процесса сборки на общем виде отсека (гондолы) наносят (кроме ранее оговоренных теоретических, монтажных и эксплуатационных размеров) позиции подбороочных единиц и уточняют типы их соединений. Схема членения агрегата на отсеки, панели, секции и узлы должна быть увязана не только с требованиями получения общей внешней формы, но и с условиями обеспечения внутренней компоновки, с размещением внутренних силовых элементов - полов кабин и грузовых полов, узлов и габаритами центроплана, крыла, сквозными балками пилонов двигателей, узлами крепления ЦПГО, узлами подвески двигателей.

Требования к оформлению чертежа общего вида агрегата и перечень мест для типовой разработки такие же, как и изложенные ранее для крыла и оперений. Поэтому укажем лишь некоторые отличия, связанные со спецификой заданий.

Примеры мест типовых разработок конструкций фюзеляжа показаны на рисунке.

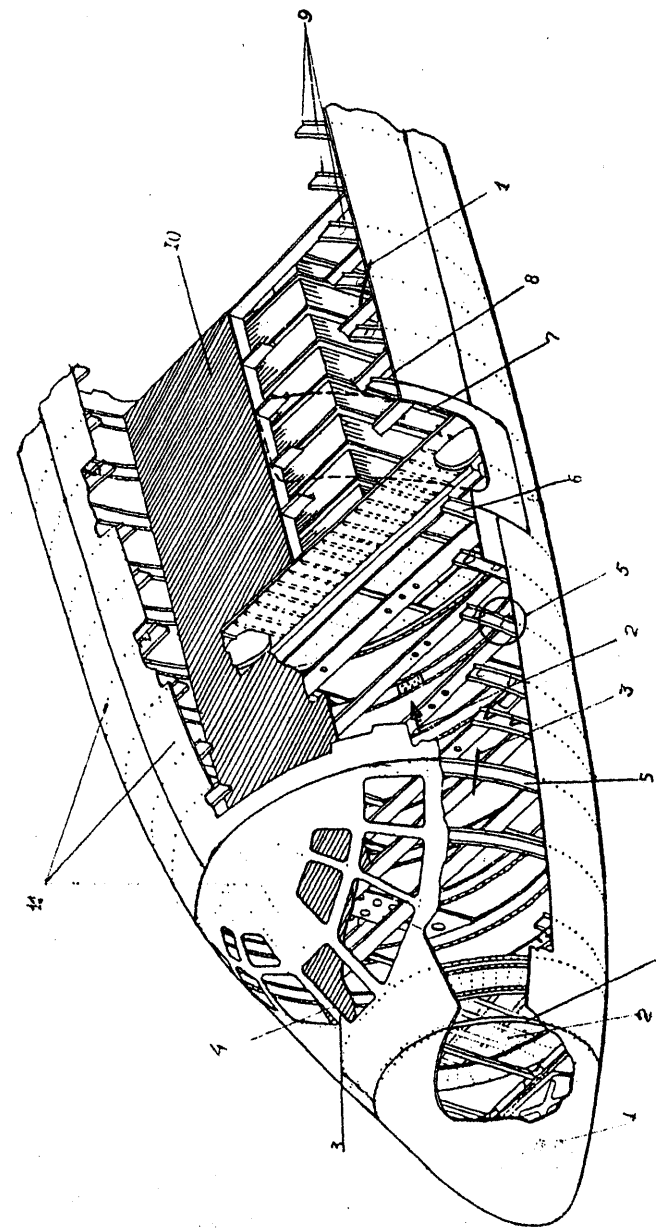
К типовым разработкам следует отнести также:

- 1) разрез по нормальному шпангоуту с видом на соединение стрингера со шпангоутом;
- 2) вид на нормальный шпангоут в месте соединения его составных частей (изображение накладки на стенке и соединения поясов);
- 3) разрез с видом на перестыковку стрингеров;
- 4) способы герметизации швов и соединений;
- 5) крепление продольных (и поперечных) балок (бимсов) к шпангоутам.

Все изображения типовых мест выполняются в масштабе 1:1.

К нетиповым разработкам могут быть отнесены:

- 1) три разреза по фюзеляжу с видами:
 - а) на нормальный шпангоут, на котором показываются разбивка и шаг стрингеров (можно в линейных величинах или угловым размером), количество секторных секций и места их соединений между собой;



Вариант расчленения передней части фюзеляжа:

1* - откидной обтекатель антенны; 2 - гермошлице; 3 - фонарь пилотов; 4, 5, 6 - шпангоуты № 3, 7, 12 (силовые); 7 - вырез под пассажирскую дверь; 8 - шпангоут № 4 (силовой); 9 - шпангоут (нормальный); 10 - пол; 11 - обшивка панели

б) на два разнотипных усиленных шпангоута с изображением мест и характерных узлов, воспринимающих сосредоточенные силы.

Все три разреза обязательно изображаются с поперечными сечениями по шпангоутам для выявления их формы:

2) из вида на усиленные шпангоуты - две проекции узла, нагруженного сосредоточенной силой;

3) разрез вдоль стрингера по технологическому стыку отсеков (по шпангоутам);

4) поперечный разрез по шпангоуту с прилегающей к нему конструкцией окантовки люка (около двери, окон, трапов, створок);

5) поперечный разрез по продольным элементам (бимсам, продольным балкам, усиленным стрингерам), окантовывающим ниши массы, спецотсеки, фонари кабин;

6) разрез по стыковому соединению и вид на него сверху (на длине двух смежных болтов) при наличии конструктивно-эксплуатационного разъема на фюзеляже;

7) конструктивные узлы по гермошпангоуту.

Замечания к чертежу общего вида отсека фюзеляжа:

1. Для экономии места и времени допускаются изображения половин видов на шпангоуты.

2. Разбивку стрингеров можно изображать на некоторой части сектора.

3. Для более законченного представления общего вида рекомендуется (если это не противоречит общим требованиям к самолету) хотя бы с одной стороны ограничивать агрегат стыковым шпангоутом, а не обрывать вид на регулярной части.

Типовые разработки конструкции гондолы двигателя аналогичны перечисленным местам на фюзеляже. Главное отличие типовых разработок гондол от разработок фюзеляжа состоит в необходимости показать нетиповые узлы гондол, которые характеризуются наличием двух объединенных в одно целое КСС - конструкции рам, звеньев и узлов подвески двигателя и конструкции пилонов, передающих нагрузки от двигателей на силовые элементы каркаса крыла или фюзеляжа.

Помимо указанных к нетиповым разработкам общего вида гондолы следует отнести:

1) разрезы с видами на шпангоуты, воспринимающие нагрузки от узлов крепления двигателей;

2) силовую схему и конструкцию элементов, образующих общую систему установки двигателя (как правило, в двух сечениях по длине двигателя);

3) опорные узлы установки двигателя;

4) конструктивные узлы пилона в соответствии с требованиями разд. 4.1;

5) стыковые узлы пилона в местах его крепления с конструкцией каркаса самолета.

4.4. Разработка подборочных единиц в заданиях по конструированию фюзеляжа и гондолы двигателя

В большинстве случаев в качестве подборок выбираются усиленные шпангоуты или пилоны гондол двигателей, хотя могут быть разработаны такие объекты, как бимсы, сборочные панели, двери, фонари (рамы), грузовые рампы, пассажирские трапы, хвостовые и носовые коки, носки воздухозаборников гондол, капоты, створки и т.п.

Основное требование к конструкции подборок и ее изображение - тщательная увязка с общим видом агрегата, законченной частью которой она является.

Затруднения в вычерчивании возникают при изображении нескольких вариантов заданий по фюзеляжам, где диаметры фюзеляжей $D_{ф} > 4м$. В этих случаях их общие виды приходится изображать в масштабе 1:10, во всех остальных случаях и в заданиях на проектирование мотогондол общий вид вычерчивается в масштабе 1:5 и крупнее.

Шпангоут, как и всякое другое изделие, показывается в двух проекциях с видами и разрезами, наглядно представляющими конструкцию составляющих элементов и типы их соединений.

Как уже указывалось, на общем виде проставляются теоретические и сборочные размеры. Обязательно показываются места, относящиеся к оформлению характерных узлов, которые могут сопровождаться условным изображением контуров присоединяемых деталей, агрегатов.

При разработке чертежа подборки необходимо учитывать ее собственную жесткость и влияние, оказываемое ею на точность теоретического контура при сборке агрегата. Все разрезы, виды и сечения выполняются в масштабе 1:1.

Как правило, подборка представляет собой многодетальное сборочное изделие - сложный узел, но в отдельных случаях может быть крупногабаритной монолитной деталью, требующей большого объема работы по разработке формы, сечений, технологии изготовле-

ния заготовки и доводочных операций для получения окончательного вида изделий (например, балка пилона, рама или полуарка крепления двигателя). В этом случае по согласованию с руководителем эта деталь в виде исключения представляется вместо традиционной подсобочной единицы.

Если студент разрабатывает нетиповое задание, объектом подсобочного чертежа становится выбранное изделие из агрегата, выполненное в соответствии с приведенными ранее требованиями.

5. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Текст пояснительной записки оформляется на листах стандартного формата 297x210 и вместе с необходимыми схемами, спецификациями, эскизами и таблицами вкладывается в обложку из твердой бумаги, на которой пишется тема проекта, фамилии студента и руководителя.

В пояснительную записку входят:

- | | |
|--|----------------|
| бланк-задание | - 1 лист |
| исходные данные, схема нагружения | - 1 лист |
| краткое техническое описание | - 1-2 листа |
| проектировочный расчет, определение параметров, расчет узлов | - 10-12 листов |
| спецификация сборочных чертежей | - 1-2 листа |
| технологическая часть | - 8-10 листов |
| список использованной литературы | |
| оглавление | |

Краткое техническое описание агрегата должно включать:

- название типа КСС агрегата с указанием его габаритов, формы, назначения и компоновочной роли на самолете;
- перечисление конструктивных элементов, составляющих КСС, их характеристику и типы соединений в подсобочных единицах;
- описание стыков агрегата с ответными частями самолета и узлов прикрепления компонентов с агрегатом механизмов;
- указание особенно нагруженных мест и конструктивных мер по их усилению;
- разбивка агрегата на подсобочные единицы, типы их соединений и последовательность сборки;
- применяемые материалы и виды поставляемых полуфабрикатов (профили, сборочные или монолитные панели, поковки, литье и т.п.).

Цель проектировочного расчета - правильно выбрать сечения, число и расположение конструктивных элементов в соответствии с заданными расчетными нагрузками и на основании существующих проектировочных рекомендаций.

Расчет и определение параметров элементов производится по двум сечениям, отстоящим на достаточном расстоянии друг от друга с тем, чтобы выявить закон изменения или необходимость корректировки силовой схемы в целом или отдельных ее элементов.

Кроме этих двух сечений рассчитываются стыковые узлы (два разнотипных) и узлы, требующие специальной проверки (по указанию руководителя).

Все вычисления должны записываться по следующей форме: обозначение искомого параметра — формула — подстановка числовых значений в формулу — результат вычисления — единица физической величины.

Конечные результаты подчеркиваются. Все прочностные расчеты должны завершаться определением величины коэффициента запаса прочности

$$\eta = \frac{[\sigma]}{\sigma} \text{ допустимое} / \text{расчетное}$$

Не разрешается запас прочности выражать знаком неравенства (больше >).

Вычисления ряда величин по одинаковым формулам желательно представлять в форме таблиц.

Расчеты обязательно должны поясняться упрощенными эскизами сечений, узлов с обозначением усилий и размеров, использованных в расчете.

Спецификации на чертежи общего вида агрегата и подборки составляются согласно требованиям ЕСКД, оформляются на миллиметровке (на ватмане полосой в размер углового стандартного штампа или на готовых бланках) и вкладываются в записку.

Содержание и оформление технологической части пояснительной записки изложено в методических указаниях к выполнению технологической части курсового проекта "Конструирование агрегатов планера. - М.: МАИ, 1989.

В конце пояснительной записки приводится список технической и учебной литературы, справочных и информационных материалов, которые были использованы студентом при проектировании. Желательно в тексте записки помещать в квадратных скобках ссылки на номер использованного источника.

6. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ АГРЕГАТОВ

6.1. Разработка КСС

Всякие разработки конструкций начинаются с изучения задания и технических условий. Это позволит целенаправленно ознакомиться с существующими примерами в чертежах и описаниях самолетов, с натурными образцами в лаборатории или на эксплуатирующихся изделиях.

Использование аналогичных решений к заданной КСС осуществляется не простым копированием, а выполняется с целью усовершенствования конструкции и улучшения работы ее элементов. Необходима проверка на замыкание передающихся сил и моментов в силовой схеме, на рациональные виды их работы (сокращение элементов, работающих на изгиб, на растяжение с изгибом). Критерием совершенства конструкции здесь будет оценка по минимальной массе.

Намечая общую сборку агрегата, надо ясно представлять себе технологию изготовления подборочных единиц, возможность их сборки (а иногда разборки) в условиях серийного производства и массовой эксплуатации. Критерием правильности выбранной схемы сборки в этом случае может быть сравнительный анализ по трудозатратам и коэффициенту деталиемкости.

Параллельно с технологическими задачами обычно решается задача выбора материала. При этом совершенство конструкции достигается не только выбором высокопрочных материалов, но и учетом определяющих видов деформаций элементов, что в большинстве случаев решается с помощью коэффициентов удельной прочности и жесткости. Выбор материалов неотделим от методов изготовления изделий, выбора рациональных форм сечений элементов и вида полуфабрикатов. Необходимо также иметь в виду и стоимостной фактор при оценке затрат как с учетом доступности и освоения в производстве, так и с учетом обеспечения использования стандартной производственной оснастки и оборудования (особенно при применении композиционных и комбинированных материалов).

Особую осторожность и рациональный подход нужно проявлять авторам-разработчикам оригинальных проектов по применению новых материалов или методов изготовления конструкций. Здесь часто существует вероятность недопустимого упрощенчества и схематизации конструкции, пренебрежения общепринятыми методами конструирования и требованиями технологии. Как правило, наиболее уязвимыми объектами

конструктивных недоработок являются соединения элементов и узлов (особенно в композиционных материалах), где требуется более глубокая их проработка.

Во многих случаях остаются без внимания вопросы сохранения теоретических форм поверхностей из-за недооценки (а иногда из-за непонимания) степени влияния деформированного состояния конструкции на допустимую величину искажений контуров и профилей в результате действия эксплуатационных (в наших случаях расчетных) нагрузок. Поэтому очень важно после разработки КСС и конструкций панелей, секций и отсеков произвести оценки величин прогибов, углов поворота сечений, перекосов и нарушения соосностей с учетом установленных норм и ограничений согласно требованиям технологии и эксплуатации. Здесь особое значение приобретает понимание противоречивости установления необоснованно высоких допусков и трудности (а иногда и невыполнимости) их реализации в производственных условиях.

Часто у студентов возникает желание представить свое решение, обладающее преувеличенной надежностью, живучестью. В таком случае это необходимо отразить на чертежах, описать в пояснительной записке и показать, какой ценой такое качество достигнуто.

6.2. Часто встречающиеся ошибки в проектах

Все ошибки можно разделить условно на четыре группы. К первой группе относятся ошибки, являющиеся следствием слабой теоретической подготовки студента, который плохо знает назначение проектируемого объекта, особенности его увязки в компоновочной схеме самолета, работу его в целом под нагрузкой и силовую роль отдельных элементов. Ошибки этой группы, обнаруженные на защите проекта, дают право комиссии поставить неудовлетворительную оценку и назначить повторную защиту по своему усмотрению.

Вторая группа ошибок связана с нарушением целостности проекта: несоответствие содержания представленного материала (графического и расчетного) теме задания, произвольно измененной КСС по сравнению с заданным вариантом; несоответствие подборочной единицы разработанному агрегату; несоответствие отдельных узлов, видов и сечений на первом и втором листах. Обнаружение ошибок такого рода требует от студента внесения исправлений (в решениях отдельных узлов) частичной переработки содержания листа (для подборок), соот-

ветствующей замены изображения или выполнения заново согласно выданному заданию проекта.

Третью группу составляют ошибки, относящиеся к недостаточно подробной и неполной по объему разработке чертежей агрегата и подборки. В случае невыполнения требуемого объема проекта или плохой проработки типовых и узловых мест конструкции комиссия направляет проект для доработки с указанием перечня недоделок.

Четвертая группа ошибок самая многочисленная. Это ошибки, связанные с небрежным оформлением чертежей, представлением недоработанных узлов и разрезов, нарушением принятых стандартных обозначений крепежных деталей и сопутствующих производственных-сборочных размеров, пренебрежением к указаниям точностей, допусков и посадок, а также неправильно или неполно проставленным теоретическим, габаритным и монтажно-сборочным размерам. Непонимание процесса подготовки чертежной документации приводит к появлению недопустимых на чертежах так называемых "слепых" сечений и разрезов, не несущих никакой конструктивно-сборочной или числовой информации кроме изображения контура (контуров) деталей. Отсутствие на чертежах технических указаний по сборке свидетельствует об отсутствии понимания у студента процесса изготовления изделия и слабой технологической подготовки. Большое число ошибок этого типа означает, что проект не подготовлен к защите и требует доработки, после которой представляется к защите вторично. Наконец, ряд ошибок, встречающихся в пояснительных записках, являются следствием недопустимой небрежности их оформления (отсутствие отдельных разделов, схем, иллюстрирующих расчеты, бланка-задания, спецификаций и т.п.).

6.3. Дополнительные указания

Во многих случаях при конструировании лонжеронов, стенок, продольных балок возникают большие трудности, связанные с выдерживанием контура профиля в местах расположения указанных силовых элементов. Среди рекомендованных мероприятий для соблюдения точных обводов указывается либо применение стандартных профилей, малкованных (в ограниченных пределах) в соответствии с потребными наклонеми касательных к осям лонжеронов и стенок, либо использование гнутых листовых вставок, клиновидных или криволинейных прокладок, либо доработанных по контуру поверхности стандартных профилей. Не указывая на недостатки приведенных выше способов, в приложении 3 да-

ны геометрические параметры спецпрофилей, которые могут служить основой для выбора формы поперечного сечения. Допускаются при необходимости некоторые незначительные отклонения от приведенных в таблицах значений, поскольку действительный сортамент этого стандарта значительно шире и в принципе почти всегда можно подобрать подходящий типоразмер.

Преимущество приведенных профилей состоит в том, что они могут быть использованы без дополнительной доработки, малковки или применения компенсирующих прокладок.

В курсовом проекте агрегат изготавливается из сборочных единиц, поэтому студент должен правильно пользоваться системой допусков и посадок, обеспечивающей нормальные условия сборки, принятую передачу нагрузок, надежность соединений и требования взаимозаменяемости.

Общие принципы и производственные нормативы изложены в стандарте ЕССП СЭВ и в отраслевых нормалях СТ СЭВ 144-75. Здесь же приведем лишь некоторые рекомендации практического характера.

Поскольку в ЕССП посадки не имеют наименований, а в практике употребляются обозначения, принятые в ОСТАх, то целесообразно пользоваться переводной таблицей (приложение 4), содержащей данные о полях допусков этих двух систем. При необходимости следует обращаться к отраслевым ограничителям, например СТ СЭВ 144-75.

В производственных условиях стремятся к унификации посадок, к сокращению (но, естественно, не в ущерб качеству) числа комбинаций допусков, что значительно удешевляет производство. В приложении 5 приведен перечень наиболее часто употребляемых посадок и их эквиваленты по ОСТАм. В таблице дается перечень предпочтительных посадок.

При варьировании сочетаний полей допусков на отверстия и валы следует учитывать, что они не должны отличаться более чем на два качества. Допуски на отверстия рекомендуется брать на один качество больше, так как отверстия труднее обработать и измерить.

Наибольшее число посадок с зазором содержится в системе отверстия, и среди них наиболее распространены посадки типа H/h - это посадки скольжения, гарантирующие минимальный зазор в соединении. За ними следуют посадки с зазором типа H/g , H/f , H/e (в порядке возрастающей степени подвижности).

Посадки с натягом применяются в неподвижных соединениях. Неподвижность соединений определяется допустимым уровнем упругих деформаций (подшипников и деталей) и прочностными характеристиками.

Большие натяги в неразъемных соединениях могут дать посадки типа H/u , H/x . Посадки типа H/r , H/s гарантируют натяги средней величины, а посадки типа H/p обеспечивают минимальный натяг и применяются в соединениях тонкостенных деталей.

Перечень предпочтительных посадок

Посадки в системе отверстия при номинальных размерах от 1 до 500 мм									
Основное отверстие	Основные отклонения валов								
	d	f	h	js	k	m	n	p	u
H7		$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	
H8			$\frac{H8}{h7}$						$\frac{H8}{u8}$
H9	$\frac{H9}{d8}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h8}$						
H11	$\frac{H11}{d11}$		$\frac{H11}{h11}$						
H12			$\frac{H12}{h12}$						

Группа переходных посадок предназначена для неподвижных соединений, подвергающихся сборке-разборке. Поля допусков отверстий и валов в них могут перекрываться, поэтому в соединениях могут появиться как зазоры, так и натяги. К таким посадкам относятся H/k , H/m , H/n (в порядке возрастания натяга, например, H/n гарантирует 100%-ный натяг).

Чертежи общего вида агрегата и под сборки снабжаются перечнем технических требований, типовое содержание которых должно, во-первых, дать дополнительные разъяснения к процессам сборки, необходимой доработки деталей и выдерживанию установленных диапазонов ограничений, во-вторых, обеспечить возможность реализации в производстве предлагаемой конструкции.

Для унификации типовых формулировок ниже дается перечень технических требований, приводимых на чертежах сборочно-клепанных конструкций, агрегатов сотовых конструкций, изделий из композиционных материалов и остекления, составленный на основе ОСТ Т 02504-84.

Технические требования на чертежах сборочно-клепанных конструкций и болтовых соединений

1. Теоретический чертеж
2. Требования к обводам и поверхностям
3. Изготовление и контроль по
4. Для Б4 деталей:
 - 4.1. Поз.....масса.....КИМ.....
 - 4.2. Термообработкагруппа контроля
 - 4.3. Подсечки по шероховатость обработанных поверхностей
 - 4.4. Не указанные отклонения предельных размеров по ОСТ I 00022-80
 - 4.5. Покрытие
5. Сборку шарнирных и болтовых соединений (при необходимости разделить) производить на смазке..... (грунте и т.п.)
 - 5.1. Затяжка болтов $M_{кр}$ Н·м
 - 5.2. Стопорение болтов по
6. Клепка (автоматическая, прессовая, ручная)
 - 6.1. Установку заклепок поз. производить по
7. Склеивание поз. по
8. Герметизацию (внутришовную, поверхностную, в месте расположения люков) производить герметиком.....
 - 8.1. Контроль герметизации по
9. Зазор(ы)..... (по указанию конструктора) заполнить герметиком (грунтом, шнуром)
10. Нарушенное при сборке покрытие восстановить по

Технические требования на чертежах агрегатов сотовых конструкций

1. Изготовление и контроль по
2. Теоретический чертеж
3. Не указанные предельные отклонения размеров мм
4. Сотоблоки (или элементы сотового заполнителя) между собой соединять клеем (или вспенивающейся клеевой пленкой)
5. Сотоблоки (сотовый заполнитель) соединять с каркасом на клею (на пленке)

6. Собрать на клею по
7. Деталь поз изготавливать на связующем
8. Клепку (если необходимо в процессе сборки) обшивок производить после отверждения клея
9. Покрытие
10. Поверхностную герметизацию производить герметиком

Технические требования на чертежах
сборочных конструкций из КМ

1. Изготовление из на основе со связующим
2. Склеивание по клею
3. Клепка заклепками по
4. Герметизация по герметиком
5. Покрытие общее внутренней поверхности (эмаль, грунт), внешней поверхности (эмаль, грунт).
6. Неуказанные предельные отклонения размеров мм

Технические требования на чертежах
сборочных конструкций остекления

1. Изготовление по
2. Формование и обработку торцов производить по
3. Минимальное утонение отформованного стекла не менее мм
4. допускается отклонение контура стекла от теоретического в точке (в зоне) в пределах \pm мм
5. допускается местное неприлегание стекла (пакета) к каркасу не более мм на длине мм
6. Прокладки дет. поз. клеить к стеклу поз герметиком по ТИ
7. Крепежные ленты поз. к стеклу поз клеить клеем по
8. Предельные отклонения размеров по ОСТ I 00022-80

Защита поверхностей собираемых деталей от коррозии, механических повреждений, воздействия агрессивных жидкостей и химических соединений достигается с помощью разного рода покрытий, каждое из которых применяется в зависимости от свойств защищаемого материала и конкретных условий.

Для выбора типа покрытий приводятся рекомендации в приложении 6.

Значительные трудности возникают у проектанта на этапе технологической разработки конструкции. Их удается преодолеть конструкторам, знающим условия и возможности современной технологии авиастроения. В КИ-2 при определении рационального типа полуфабриката, экономически целесообразного вида обработки, потребной точности и чистоты сопрягаемых поверхностей.

Можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в приложении 7, где даны выбор вида обработок полуфабрикатов, достижимые точности и шероховатости поверхностей и справочные сведения о соответствии ранее действующей системы допусков и посадок системе ЕСПД СЭВ.

Приложение 1

ОБРАЗЕЦ БЛАНКА ЗАДАНИЯ

Тема _____

Задание № _____

Выдано " ____ " _____ 19 ____ г.

Руководитель _____

Задание по технологической части _____

Выдано " ____ " _____ 19 ____ г.

Консультант _____

Студент _____ группы _____ (подпись)

Проект защищен " ____ " _____ 19 ____ г.

с оценкой _____

Выполнение проекта

Даты консультаций _____

Фактическое выполнение _____

Подпись руководителя _____

Замечания руководителя и консультанта:

Приложение 2

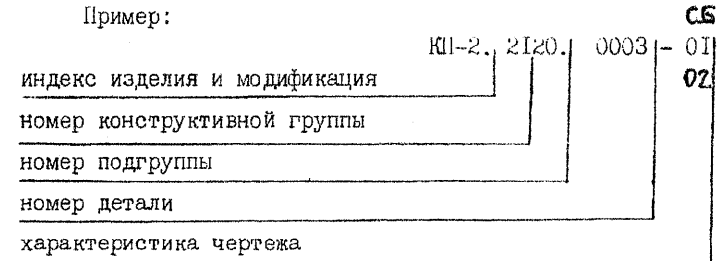
ОБОЗНАЧЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЙ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Для обозначения чертежей в самолетостроении принята предметная система, согласно которой чертежи деталей, узлов, подгрупп и конструктивных (комплексных) групп обозначаются в соответствии с унифицированной системой, общей для однотипных изделий.

Основной номер (обозначение) чертежа состоит из следующих частей:

- а) индекса изделия и обозначения модификации - три цифры, или буквы; для курсового проекта индексом являются буквы КИ-2;
- б) номера конструктивной (комплексной) группы - после разделительной точки две цифры;
- в) номера подгруппы - две цифры;
- г) номера детали - после разделительной точки четыре цифры;
- д) общей характеристики чертежа (сборочный - СБ, правая деталь - 01, левая деталь - 02) - две цифры.

Пример:



дано обозначение в курсовом проекте чертежа третьего кронштейна навески элерона на заднем лонжероне правой отъемной части крыла.

Допускается обозначение номера чертежа с разделением на части точками или тире без разрядки. Узлы в группе "г" и крупные под сборки в группе "в" всегда оканчиваются на 0.

В соответствии с нормами 57 А0 и 66 А0 для конструктивных (комплексных) групп каркаса самолета установлены следующие номера:

Наименование конструктивных групп	Номер подгруппы	Наименование конструктивных групп	Номер подгруппы
1	2	3	4
Фюзеляж	01	Оперение	30
Носовая часть	02	Стабилизатор	31
Средняя часть	03	Руль высоты	32

СОРТАМЕНТ ПРОФИЛЕЙ

1	2	3	4
Хвостовая часть	04	Руль направление Киль, форкиль	33 34
Центроплан	10	Элероны, элевоны	35
Центральная часть	11	Предкрылки Закрылки, щитки	36 37
Отъемные части (передние, задние)	12	Воздушные тормоза Гондолы двигателей	38 60
Боковые части	13	(общие виды)	64
Крыло	20	Моторамы, установка	69
Части крыла, в т.ч. отъемные	с 21 по 28	Капоты	

Шифр профиля Старое обозначение	Марка материала	Размеры в мм.										Новое обозначение профиля	
		H	B	A	C	a	S	S ₁	R	R ₁	α		
ПК19832		66	117	35	36	26	6	3	26	31	26	92°	
ПК19833		70	102	37	65	5	6	5	1	52	97°		
	D16VT	H	B	A	C	S	S ₁	h	α	R	R ₁		
ПК19043		56	68	18	28	6	5,5	52,5	115°	3	1		
	D16T	H	B	A	C	S	S ₁	h	α	R	R ₁		
ПС61-6		110	130	55	7	12	20	27	60	101°	522826		
	D16T	H	B	A	C	S	S ₁	h	α	R	R ₁		
ПС436А		131,4	163	82,6	5	15,5	85	42	97°	5	10	522829	
ПК48В		87,2	162	60	5	4,3	8	57	16	96°	5	8	522767
	D16T	H	B	A	S	S ₁	R	R ₁	α				
ПК486		60	70	50	4	6,5	4	6	84°		521866		

Шифр профиля старое обозначение	Марка материала	Размеры в мм										Новое обознач. профиля	
		H	B	B ₁	S	S ₁	S ₂	h	R	R ₁	α		
	D16чТ	H	B	B ₁	S	S ₁	S ₂	h	R	R ₁	α	—	
ПК17256		79	121	53	12	9	4,5	5	6	0,5	82°30'	522057	
ПК17257		81	136	58	13	20	2,2	5,5	5	6	0,5	86°30'	522058
ПК15768-2		68	89	34	9	14	1,8	2	5	5	2	0,5	80°
	D16чТ	H	B	B ₁	S	S ₁	S ₂	S ₃	R	R ₁	α	—	
ПК336		48	62	30	1,5	3,5	1,2	1,5	2,3	0,2	72°30'	520787	
ПК338		52,6	100	34,7	2,5	5,5	2,0	3	3	0,5	72°	—	
	D16чТ	H	B	B ₁	S	S ₁	S ₂	R	R ₁	h	α	—	
ПК476		58,6	74	27	4	8,5	2,5	6	1/10	0,5	65°	—	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D16чТ	H	B	B ₁	S	S ₁	S ₂	S ₃	h ₁	R	α	—	
ПКОН25-2		83	388	160	32	50	66	22	43	8	108°12'	565431	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Шифр профиля старое обозначение	Марка материала	Размеры в мм										Новое обознач. профиля		
		H	B	B ₁	S	S ₁	R	R ₁	α	α ₁				
	D16чТ	H <td>B <td>B₁ <td>S <th>S₁</th> <th>R</th> <th>R₁</th> <th>α</th> <td>—</td> </td></td></td>	B <td>B₁ <td>S <th>S₁</th> <th>R</th> <th>R₁</th> <th>α</th> <td>—</td> </td></td>	B ₁ <td>S <th>S₁</th> <th>R</th> <th>R₁</th> <th>α</th> <td>—</td> </td>	S <th>S₁</th> <th>R</th> <th>R₁</th> <th>α</th> <td>—</td>	S ₁	R	R ₁	α	—				
ПК18553		42	71	27	3,5	3,5	3,5	3,5	—	85°30'	—			
ПК17255		58,2	72	26	7,5	8,5	5	3	0,5	92°34'	520233			
ПК15769-1		65,4	122	72	10	20,5	5	5	0,5	95°	520259			
-2		65	122	67	10	20,5	5	5	0,5	85°	—			
ПК19834		65	135	58	11	16	5	4	0,5	86°20'	—			
ПК18022		67	78	34	5	16	5	5	1	91°	520263			
ПК15867-2		68,6	106	78	8	16	4	4	0,5	96°	520272			
ПК18019		78	94	43	9	19	5	5	1	90°25'	520298			
ПК17097		97,1	88	42,3	3	3	3	3	—	105°	520314			
		D16Т	H <th>B</th> <th>B₁</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>S₁</th> <th>S₂</th> <th>h₁</th> <th>R</th> <th>α</th> <th>α₁</th>	B	B ₁	A	S	S ₁	S ₂	h ₁	R	α	α ₁	
ПК488		87,2	152	5	55	1	4,3	16	30	5	96°	90°	522767	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D16чТ	H <th>B</th> <th>B₁</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>S₁</th> <th>α</th> <th>R</th> <th>S₂</th> <td>—</td>	B	B ₁	A	S	S ₁	α	R	S ₂	—			
ПА-133		68,5	93	5	35	4	15,5	8°17'	10	5	522654			
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	D16чТ	H <th>B</th> <th>B₁</th> <th>A</th> <th>C</th> <th>R₁</th> <th>S</th> <th>S₁</th> <th>S₂</th> <th>α</th> <td>—</td>	B	B ₁	A	C	R ₁	S	S ₁	S ₂	α	—		
ПА-135		96	150	63	7	30	20	2	10	14	15	95°30'	—	
ПК394-1		100	150	68	7	20	20	2	10	12,5	9,5	96°55'	—	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПА-135А		96	150	63	7	30	20	2	10	14	15	—	522750	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ЧИСТОТА ПОВЕРХНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ОБРАБОТКИ

Обозначение шероховатости по ГОСТ 2.309-73	R _{3,20}	R _{1,60}	R _{0,80}	R _{0,40}	R _{0,20}	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	R _{0,1}	R _{0,05}	
Базовая длина, мм	8,0			2,5			0,8			0,25			0,08		
Условные классы чистоты (для ориентировки в старых чертежах)	▽1	▽2	▽3	▽4	▽5	▽6	▽7	▽8	▽9	▽10	▽11	▽12	▽13	▽14	
Вид обработки															
Обтачивание обычное															
Растачивание обычное															
Растачивание тонкое	стали														
	цветных сталей														
	сплавов														
Сверление															
Зеннование															
Развертывание															
Строгание															
Фрезерование обычное															
Шлифование	наружное														
	внутреннее														
Протягивание															
Нарезание резьбы															
Полірование, притирка															
Хонингование															
Суперфиниш															
Пластические материалы	прессование														
	точение														
	сверление														
— Рекомендуемая эконолическая обработка ---- Возможная обработка Упрочнение гидроабразивное, эрозионное, раскаткой, обмоткой и вибронаклепом (особенно для высокопрочных сталей и титановых сплавов) повышает чистоту поверхности на 1-2 класса															
Примеры назначения чистоты поверхностей															
Характеристики поверхностей													Чистота пов-ти		
Неподвижные стыковые соединения, узлы, проушины													R _{0,20} ; 2,5; 1,25		
Поверхности, под болты, работающие на срез / растяжение													1,25 / R _{0,40}		
Поверхности разъемов / крышек гермоустройств													R _{0,40} / 1,25		
Шарнирные соединения, нелимитир. трение / миним. трение													2,5 / 0,32		
Шарнирные болты													1,25		

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование конструкций самолетов / Е.С. Войт, А.И. Ендогур, З.А. Мелик-Саркисян, И.М. Алявдин. - М.: Машиностроение, 1987.
2. Воробей В.В., Сироткин О.С. Соединения конструкций из композиционных материалов. - Л.: Машиностроение, 1985.
3. Гиммельфарб А.Л. Основы конструирования в самолетостроении. - М.: Машиностроение, 1980.
4. Ендогур А.И., Вайнберг М.В., Иерусалимский К.М. Сотовые конструкции. - М.: Машиностроение, 1986.
5. Конструкция и прочность самолетов / В.Н. Зайцев, Г.Н. Ночевкин, В.Л. Рудаков, Ж.С. Черненко.-Киев: Вища школа, 1974.
6. Киселев В.А., Лисейцев Н.К., Норкин В.П. Методические указания к курсовому проекту. - М.: МАИ, 1972.
7. Крысин В.Н. Слоистые клееные конструкции в самолетостроении. - М.: Машиностроение, 1980.
8. Конструирование узлов: Учеб. пособие к курсовому проектированию / А.В. Лещин, Ю.И. Попов, Н.С. Черняков. - М.: МАИ, 1985.
9. Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций. - М.: Машиностроение, 1976.
10. Назаров Г.Н., Красоткин А.А., Попов Ю.И. Методические разработки по курсовому проектированию. - М.: МАИ, 1989.
11. Проектирование самолетов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др.; Под ред. С.М. Егера. - М.: Машиностроение, 1983.
12. Справочная книга по расчету самолета на прочность. / А.Ф. Астахов и др. - М.: Оборонгиз, 1954.

13. Технология самолетостроения / А.Л. Абибов, Н.М. Бирюков, В.В. Бойцов и др.; Под ред. А.Л. Абибова. - М.: Машиностроение, 1982.

14. Шавырин В.Н., Рязанцев В.Н. Клеесварные конструкции. - М.: Машиностроение, 1981.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель курсового проекта	3
2. Содержание и объем проекта	4
3. Работа над проектом	5
3.1. Задание	5
3.2. Организация работы	6
3.3. Порядок выполнения задания	7
3.4. Проектировочный расчет	9
4. Краткие методические указания по разработке тем проектов	10
4.1. Крыло и оперение	10
4.2. Разработка подборок в заданиях по крылу и оперению	14
4.3. Фюзеляж и gondолы двигателей	15
4.4. Разработка подборочных единиц в заданиях по конструированию фюзеляжа и gondолы двигателя	19
5. Пояснительная записка	20
6. Некоторые рекомендации по конструированию агрегатов..	22
6.1. Разработка КСС	22
6.2. Часто встречающиеся ошибки в проектах	23
6.3. Дополнительные указания	24
Приложения	30
Литература	41

Тем. план 1991, поз. 175

КОНСТРУИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ
ПЛАНЕРА САМОЛЕТА

Автор-составитель
Алявдин Игорь Михайлович

Редактор Е.Г. Ремнева
Техн. редактор В.Н. Горячева

Подписано в печать 16.05.91

Бум. офсетная. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная

Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,63. Тираж 500

Зак. 2390 / 85. Цена 25 к.

Типография Издательства МАИ

125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4