

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР КОНСТРУКТОРСКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОИЗВОДСТВА СРЕДНЕГО ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОГО САМОЛЕТА

Аль Дарабсе Амер Мохаммад Фархан,

студент 5 курса, специальность

Самолето-и-вертолетостроение

amersamarah4@gmail.com

Маркова Елена Владимировна,

к.э.н., доцент

кафедры «Экономика, управление и информатика»

morozova319@yandex.ru

Институт авиационных технологий и управления,
Ульяновский государственный технический университет,
г. Ульяновск, РФ

Аннотация. Этап конструкторско-технологическая подготовки производства является наиболее длительным в процессе создания новых видов самолетов. Для совершенствования организационных структур предприятий требуется рассмотрение их деятельности не с точки зрения функционирования структурных подразделений, а с точки зрения организации и протекания бизнес-процессов. Новая организационная структура компании базируется на управлении бизнес-процессами и производственными ресурсами.

В последние годы возникла тенденция, когда отдельные части самолета делают в разных городах, но в случае ИЛ-276, наиболее подходящим для производства всей машины, является АО «Авиастар – СП». Это связано с тем, что данное изделие будет изготавливаться на базе уже имеющегося

самолета ИЛ-476, собираемого на данном предприятии. На самом деле ИЛ-276 – это просто «обрезанный» ИЛ-476. У машины укорочен фюзеляж с целью облегчения, и оставлены только два (ближние к фюзеляжу) двигателя из четырех, а также уменьшен и запас топлива, что приводит к уменьшению массы. Ульяновский завод имеет большие площади, уже оборудованные для самолетов данной типа, покрасочный цех и площадки для проведения летных испытаний, следовательно это предприятие может производить полный цикл производства самолетов, что является экономически выгодным. Кроме того, на данное время предприятие имеет малую загруженность, а производство нового изделия позволит задействовать свободное оборудования и специалистов.

Ключевые слова: производственные ресурсы, управление бизнес-процессами, цикл производства самолета, организация структурных подразделений, процесс создания новых самолетов, конструкторско-технологическое производство, организационная структура.

1. Технологический раздел

1.1. Основные сведения о самолете Ил-276

Средний военно-транспортный самолет Ил-276 предназначен для транспортирования и парашютного десантирования личного состава, грузов и техники на платформах. Самолет обеспечивает транспортировку грузов массой 20 т на расстояние 2000 км с грунтовых и искусственных ВПП [1].

Проектируемый самолет выполнен по нормальной аэродинамической схеме с высокорасположенным крылом, Т-образным хвостовым оперением и двумя турбореактивными двигателями, размещенными на пилонах под крылом [2].

На самолете предполагается установить 2 двухконтурных турбореактивных двигателя ПС-90А-76 с максимальной взлетной тягой 16 000 кгс [3]. Концепция комплекса БРЭО предусматривает возможность модернизации и наращивания функций благодаря открытой архитектуре. Единое информационно-управляющее «поле» кабины пилотов объединит шесть многофункциональных ЖК – дисплеев и два ЖК-индикатора на лобовом стекле [4].

Таблица 1.

Технические характеристики самолета ил-276.

Геометрические характеристики	Длина, м. 37,7; Высота, м. 12,95; Размах крыла, м. 35,5; Площадь крыла (трапеция), м ² 160; Диаметр фюзеляжа, м 4,8.
Характеристики силовой установки	Количество х тип двигателя 2хТРДД; Двигатель ПС-90А-76; Максимальная тяга (МСА, Н=0), кгс. 16 000; Массовые характеристики: Максимальная взлетная масса, т. 72; Максимальная полезная нагрузка, т. 20; Емкость топливных баков, л 30 700

Летно-технические характеристики	Крейсерская скорость, км/ч 800; Высота полета, м до 12 100; Дальность полета с полезной нагрузкой 20 т, км. 2 000; Потребная длина ВПП, м 1 530.
Число мест	Экипаж, чел. 3 (2) Личный состав, чел.: 1-палубный вариант: 70 десантников 70 раненых 2-палубный вариант: 150 личный состав
Параметры грузовой кабины	Длина 13,85 м.; Ширина 3,45 м.; Высота 3,4 м.
Проектный ресурс	Календарный, лет 35 Количество полетов 24 000 Количество летных часов, ч. 30 000

1.2. Служебное назначение отсека Ф-1

В передней части фюзеляжа(рис. 1.1) размещены две герметичные независимые друг от друга кабины: кабина экипажа (со шпангоута № 1 до № 14), грузовая кабина (между шпангоутами № 14... 67) [5].

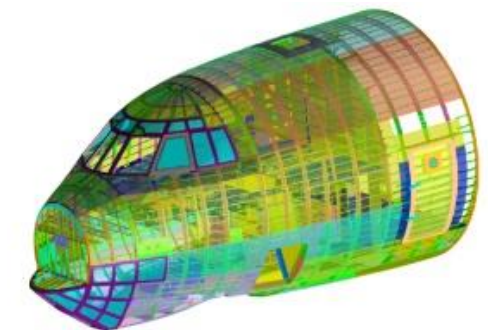


Рис. 1.1 Передняя часть фюзеляжа

Носовая часть фюзеляжа начинается со съемного обтекателя

радиолокатора [6], он расположен перед шпангоутом № 1, так же имеется второй обтекатель радиолокатора находящийся под полом кабины штурмана, заканчивается отсек Ф-1 шпангоутом № 18 [7]. В передней части фюзеляжа размещен отсек переднего шасси, он располагается под полом кабины штурмана и грузовой кабины, между шпангоутами № 11 и 18; аппаратура оповещения пассажиров; кабина пилотов и штурмана. Кроме того, в носовой части фюзеляжа размещен отсек радиоэлектронного и специального оборудования [8]. Для обеспечения доступа к радиоэлектронному оборудованию, размещенному в отсеке, на боковых поверхностях носовой части фюзеляжа выполнены быстросъемные люки [9].

Наиболее важным элементом является кабина экипажа. она представляет собой двухпалубный отсек [10]. На верхней палубе располагается кабина летчиков и рабочие места старшего бортового техника и радиста, а на нижней находится кабина штурмана. Обе кабины имеют фонари [11].

1.3. Основные требования предъявляемые к отсеку Ф-1

Основные требования к конструкции отсека Ф-1 так же, как и к самолету в целом определяются аэродинамикой, прочностью, жесткостью, минимальной массой, эксплуатацией.

Аэродинамические требования.

Совершенство формы, отсутствие углов и выступов, а также открытых щелей и отверстий, гладкость поверхности. Для ослабления интерференции и уменьшения лобового сопротивления самолета необходимо плавно сопрягать фюзеляж с примыкающими к нему частями самолета [12].

Требования прочности.

При всех возможных в полете и при посадке нагрузках ни один из элементов конструкции не должен разрушиться. Величины нагрузок, характер их распределения для отдельных частей самолета на различных режимах полета и посадки регламентируются нормами прочности и нормами летной годности. При этом должны учитываться и знакопеременность

нагрузок, приводящая к явлениям усталости, и аэродинамический нагрев при полете на больших сверхзвуковых скоростях [13].

Требования жесткости.

Жесткость конструкции должна исключить возможность появления недопустимых с точки зрения аэродинамики деформаций и возникновения опасных вибраций, приводящих к разрушению конструкции [14].

Требования минимальной массы.

Конструкция самолета в целом, отдельных его частей, элементов и деталей должна иметь возможно меньшую массу, так как его масса сильно влияет на основные функциональные характеристики – летные данные. Уменьшение массы конструкции достигается обеспечением равнопрочности, сокращением количества разъемов, вырезов, несилевых элементов, применением новых конструкционных материалов [15]. При выборе конструктивно-силовой схемы детали, элемента, агрегата необходимо стремиться, чтобы разрушающие напряжения конструкции были возможно ближе к разрушающим напряжениям данного материала [12].

Эксплуатационные требования.

Должна быть обеспечена надежность работы всех агрегатов самолета при возможно более простом их обслуживании. Простота обслуживания самолета обеспечивается хорошим доступом ко всем требующим осмотра узлам самолета, агрегатам оборудования и силовой установки, быстротой заправки топливом и маслом, удобным подходом к штуцерам зарядки кислородом и сжатым воздухом, удобством и быстротой монтажа и демонтажа отдельных агрегатов, простотой ремонта и т. п. Важнейшей эксплуатационной характеристикой является безопасность полета, которая обеспечивается созданием конструкции, обладающей возможно более высокой живучестью, т. е. не разрушающейся после получения отдельных повреждений, установкой соответствующего аэронавигационного оборудования, надежной противообледенительной защиты, эффективного противопожарного оборудования, дублированием в системах управления, а

также некоторыми другими мероприятиями в зависимости от назначения и типа самолета [15].

1.4. Схема членения отсека Ф-1

Схема членения в производстве самолетов необходима для обеспечения высокой степени механизации сборочных работ, которая повышала бы производительность труда; применения параллельных схем сборки, что может снизить цикл изготовления агрегата; разделения и специализации труда, которые способствуют сокращению сроков изготовления агрегата и повышает его качество [11].

Схема членения изделия в значительной степени определяется конструктивно-технологическими особенностями самого агрегата и входящих в него элементов [9]. На этом этапе нужно рационально расчленить агрегат на узлы, чтобы получить высокие технико-экономические показатели сборки [12].

Преимущества, которые дает высокая степень членения [5]:

1. Расширяется фронт работ, это приведет к сокращению цикла изготовления изделия.
2. Повышается качество.
3. Повышается производительность труда за счет удобства подхода и использования средств механизации.
4. Повышается опыт и квалификация исполнителей за счет специализации работ
5. Может использоваться дорогое оборудование с учетом специализации выполняемых работ

Кроме довольно значительных преимуществ схема членения так же имеет свои недостатки:

1. Может увеличиться вес объекта за счет разъемов.
2. Может снизиться надежность и живучесть конструкции, т. к. вероятность разрушения по соединительным швам выше, чем по сплошному материалу.

3. Увеличивается трудоемкость за счет выполнения разъемов, их разделки с последующим соединением.

Схема членения отсека Ф-1 определяется конструктивно-технологическими особенностями, которые были заложены при проектировании изделия.

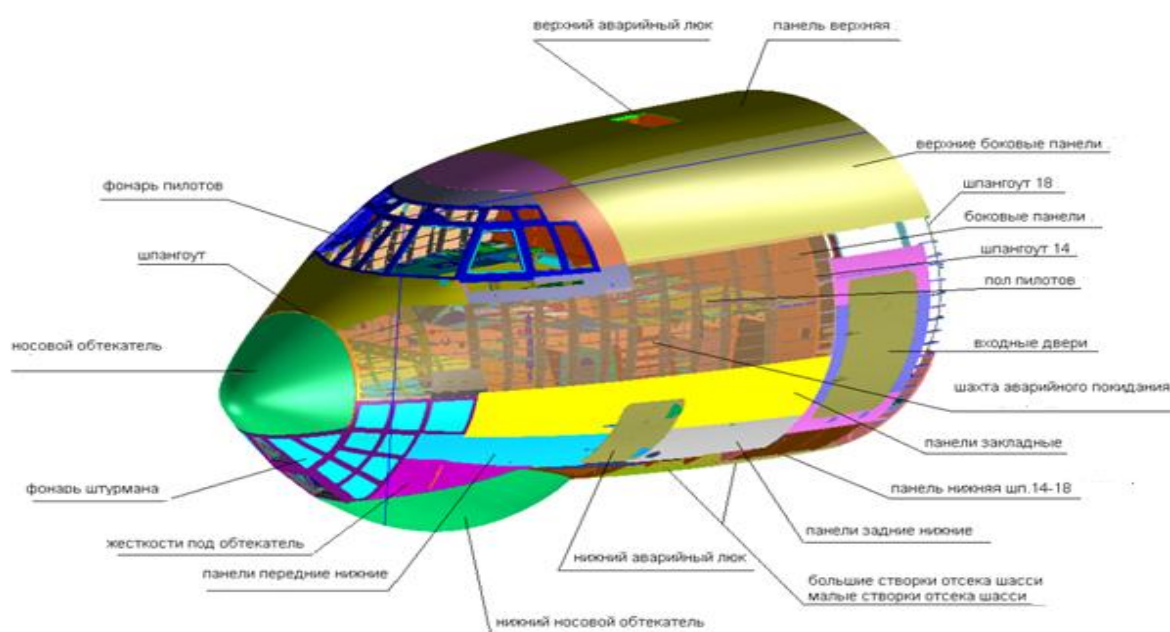


Рис. 1.2 Отсек Ф-1

Для более наглядного рассмотрения данного отсека произведем его членение по узлам (рис. 1.3.) [9].

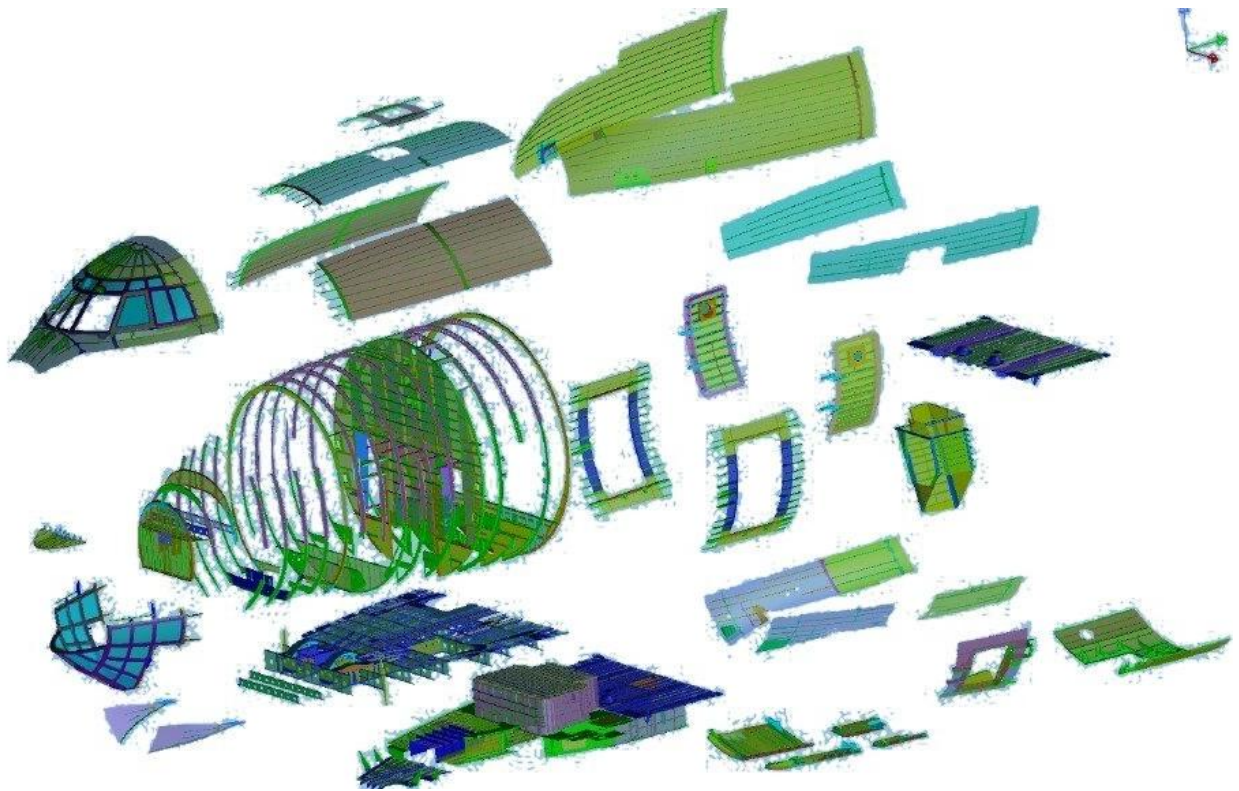


Рис. 1.3 Схема членения отсека Ф-1

- Обтекатель антенны метеообзорной РЛС
- Фонарь кабины штурмана
- Кресло штурмана
- Обтекатель антенны навигационно-прицельной РЛС
- Аварийный люк экипажа
- Доска приборов бортинженера
- Рабочее место командира корабля
- Рабочее место бортинженера
- Рабочее место второго пилота
- Фонарь кабины пилотов
- Рабочее место бортрадиста
- Технический отсек
- Откидной столик
- Сидения операторов
- Буфетная стойка

- Контейнер оператора
- Верхний аварийно-эксплуатационный люк
- Герметичный шпангоут № 14
- Туалет экипажа
- Передняя опора шасси
- Входная дверь
- Панель верхняя
- Боковые панели (левая и правая)
- Панели передние нижние
- Панели задние нижние
- Пол пилотов
- Шпангоуты с 1 по 18

Так же рассмотрим более подробно основные под сборки входящие в сборку носовой части фюзеляжа [4]:

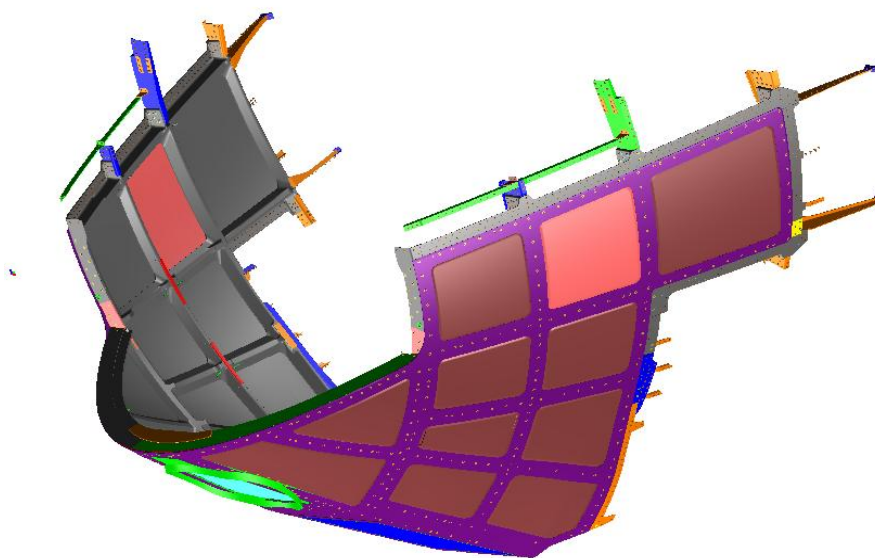


Рис. 1.4. Фонарь штурмана

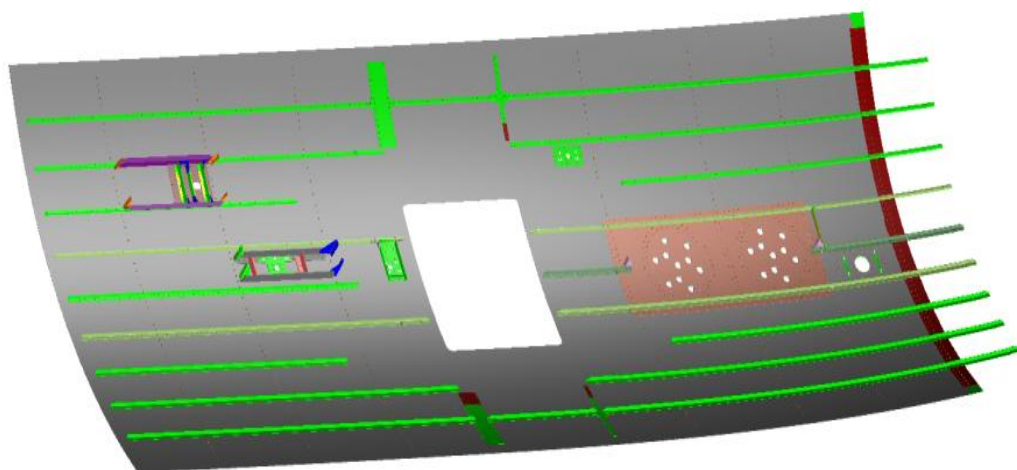


Рис. 1.5. Верхняя панель

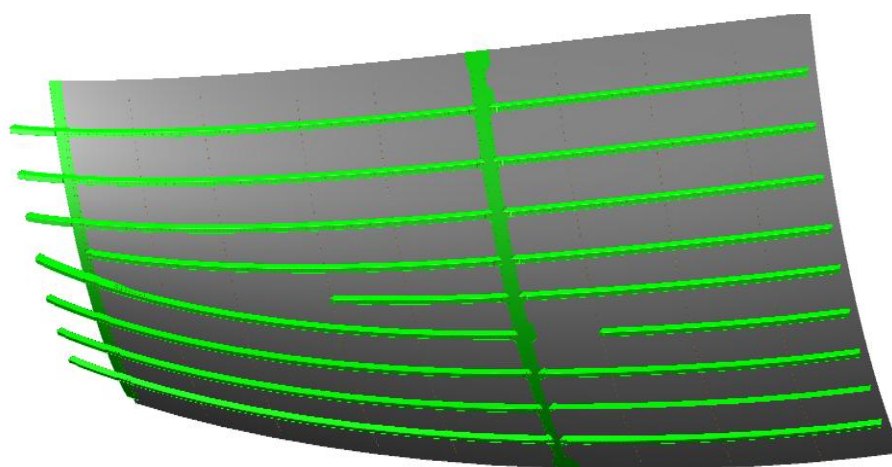


Рис. 1.6. Верхняя боковая панель

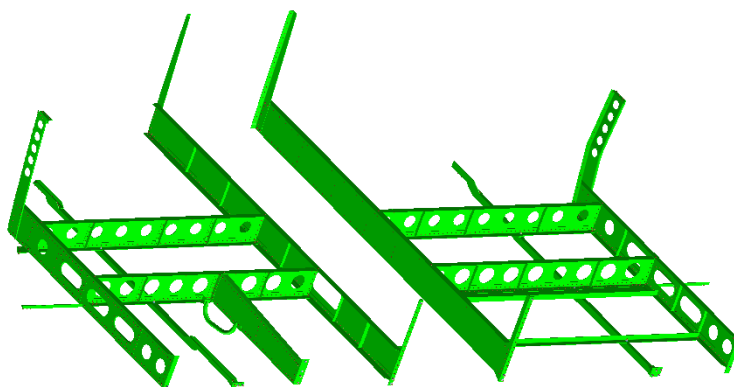


Рис. 1.7. Балки на шпангоуте 11

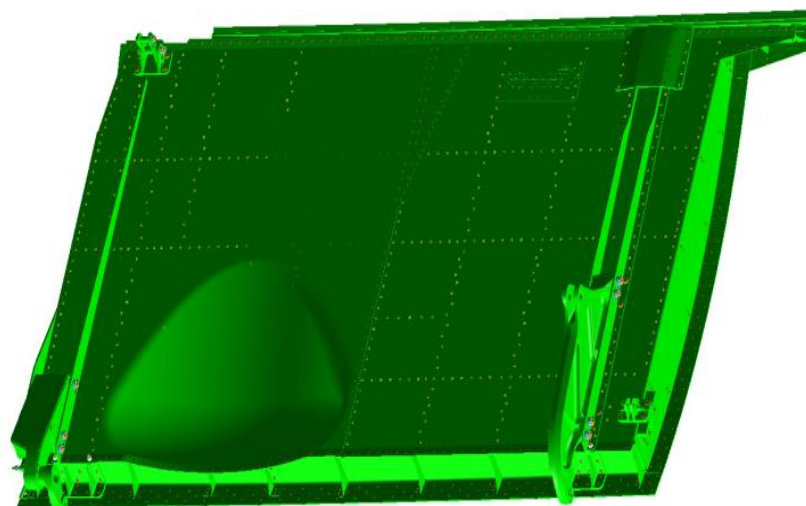


Рис. 1.8. Большая створка передней ноги

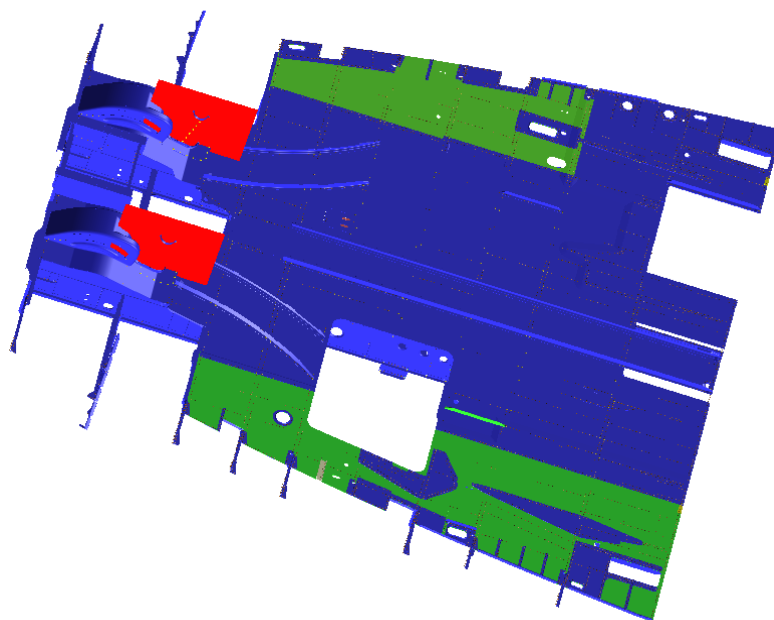


Рис. 1.9. Пол кабины пилотов

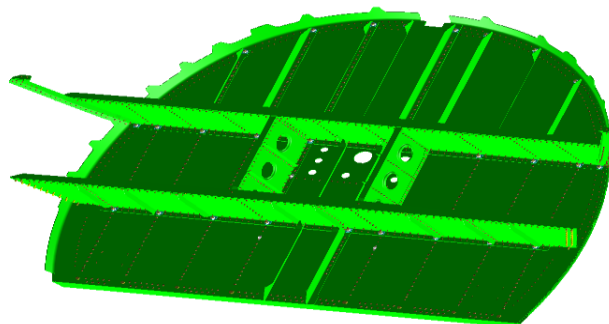


Рис. 1.10. Шпангоут № 1

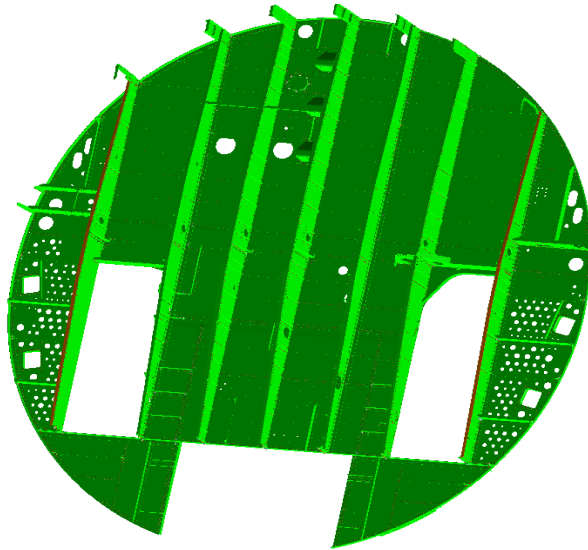


Рис. 1.11. Шпангоут № 14

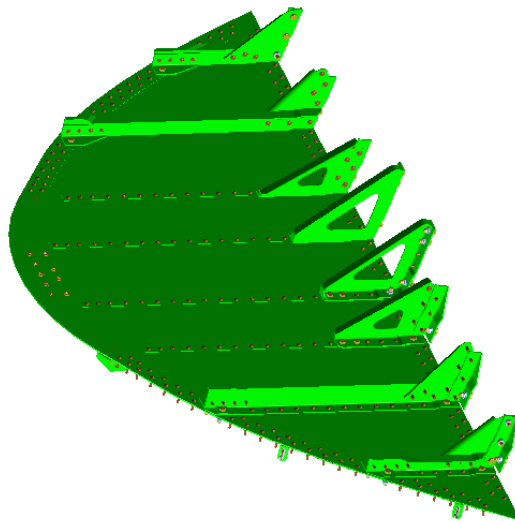


Рис. 1.12. Наклонное гермоднище

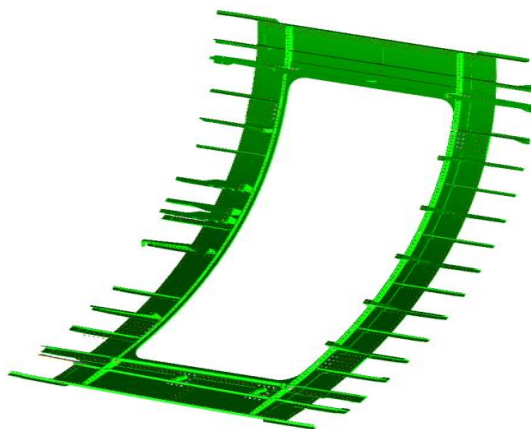


Рис. 1.13. Окантовки входных дверей

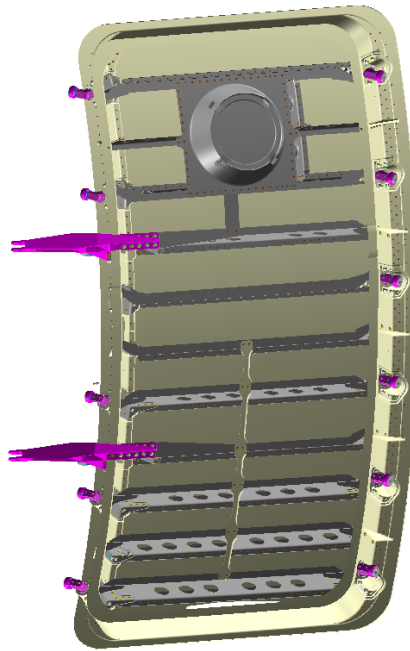


Рис. 1.14. Входная дверь

1.5. Схема сборки отсека Ф-1

Одним из важнейших процессов, при котором из отдельных деталей формируется агрегат, является сборка. Сборка – это совокупность технологических операций по базированию – установке деталей и узлов в сборочное положение и соединение их между собой в вышестоящую по сложности сборочную единицу. Детали устанавливаются в положения сборки [7].

Точность изготовления деталей изделия, образование на них базовых поверхностей и точность изготовления сборочных приспособлений является одним из важнейших условий получения требуемых форм и размеров агрегата [9].

Выбор способа сборки и метода базирования зависит от вида самолета, конструкции объекта сборки, программы выпуска и других технико-экономических требований [8].

Многочастотность конструкции носовой части фюзеляжа довольно сильно усложняет процесс сборки. Прежде чем составим схему сборки рассмотрим порядок сборки данного отсека (рис. 1.15) [12].

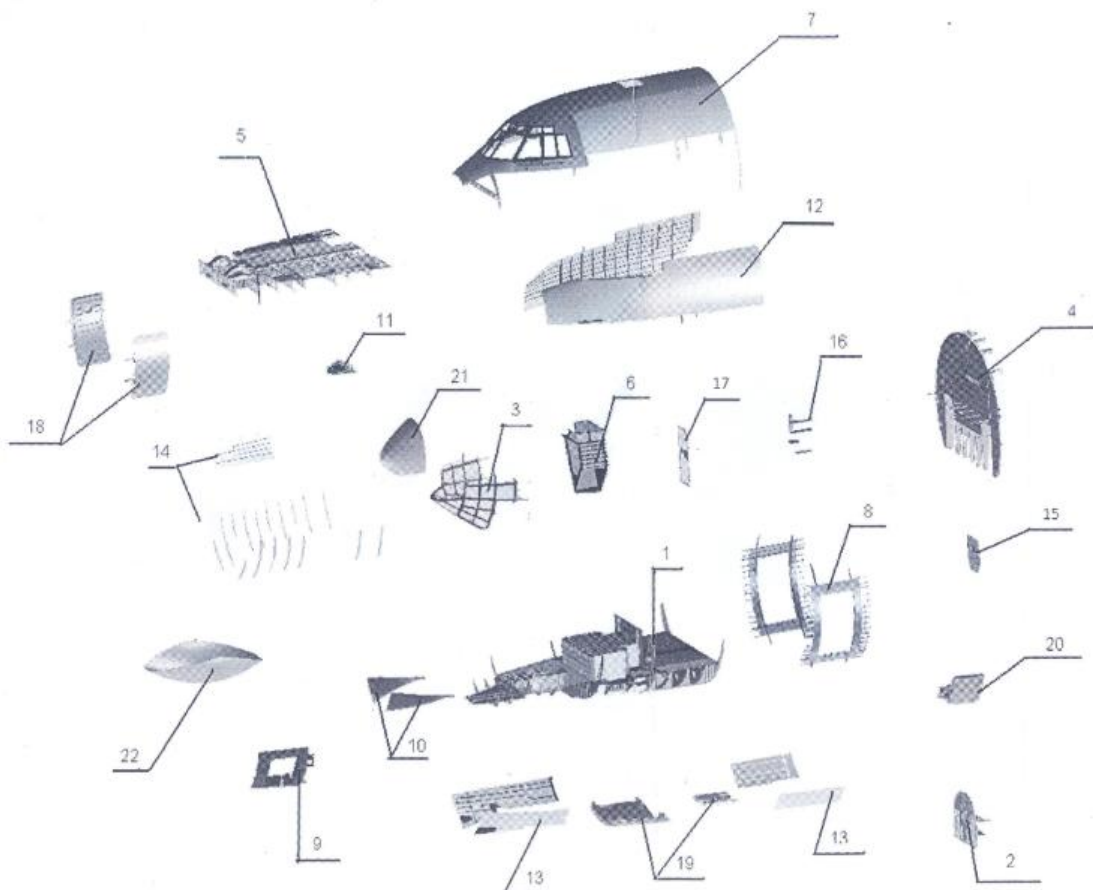


Рис. 1.15. Порядок сборки отсека Ф-1

Таблица 2.

Наименование входящих подборок [15].

№	Наименование подборки
1	2
1	Нижний носовой отсек от шп. № 2 до № 18
2	Шпангоут № 1
3	Фонарь штурмана
4	Верхняя часть шпангоута № 14
5	Пол кабины пилотов
6	Шахта аварийного покидания
7	Верхний носовой отсек от шп. № 1 до шп. № 18
8	Окантовки входных дверей
9	Окантовка аварийного люка

10	Жесткости под обтекатель
11	Наклонное гермоднище
12	Панели с продольным и поперечным набором
13	Панели со стрингерным набором
14	Панели со стрингерным набором
15	Нижняя часть шпангоута № 14
16	Лестница в кабину пилотов
17	Дверь
18	Входные двери грузового отсека
19	Большая и малая створки передней ноги
20	Люк
21	Носовой обтекатель
22	Нижний обтекатель

Опираясь на данную схему, составим схему сборки отсека Ф-1 она будет приведена в графической части курсового проекта [11].

1.6. Разработка схемы увязки

Вследствие погрешностей, возникающих на различных этапах изготовления деталей и сборки, размеры собираемого узла, панели или агрегата отличаются от размеров, предусмотренных чертежами и техническими условиями.

Причинами погрешностей при сборке являются погрешности сборочной оснастки или базовой детали, погрешность базирования деталей по фиксаторам и упорам приспособления или по СО базовой детали, погрешности, независимые от принятого метода сборки. К последующим относятся погрешности упругой деформации деталей, смещение фиксаторов приспособления под действием силовых и температурных факторов [14].

Величина погрешностей в значительной степени определяется схемой увязки оснастки и точностными характеристиками переноса размеров на отдельных этапах сборки.

Для достижения требуемой точности изготовления и увязки собираемых изделий разрабатываются схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки. Схема увязки носовой части фюзеляжа представлена на (рис. 1.16.).

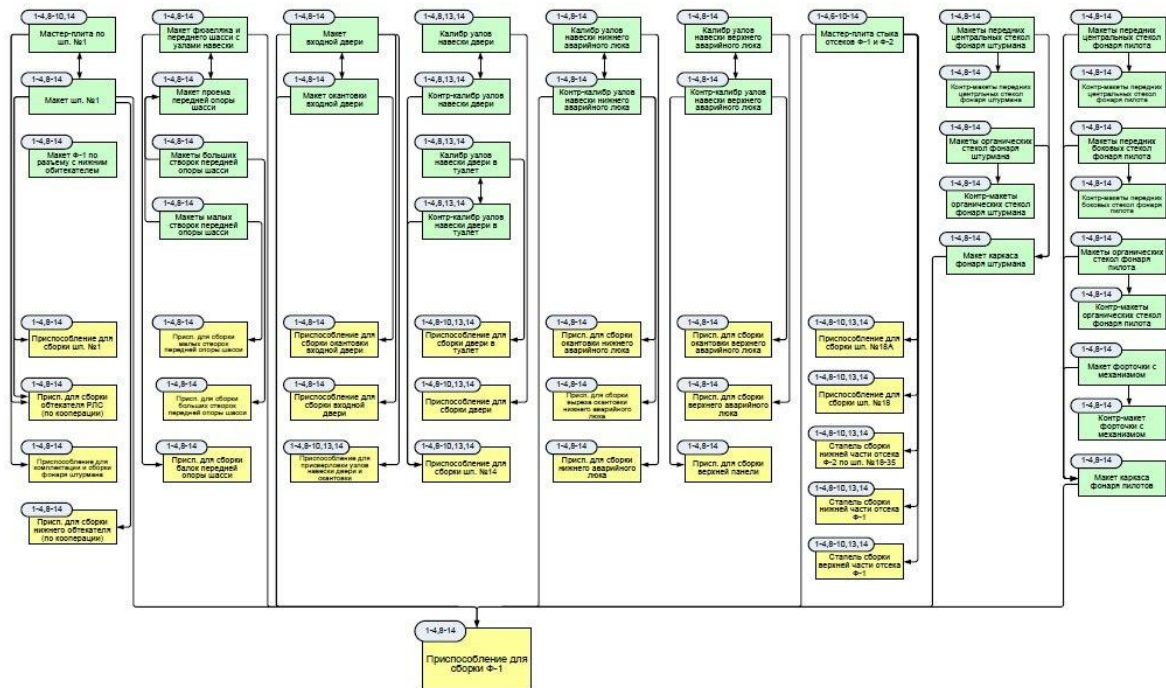


Рис. 1.16 Схема увязки

Таким образом была осуществлена полная электронная увязка изделия и средств технологического оснащения на основе создания комплекса электронных моделей с системой базовых отверстий. Что облегчает обеспечение электронной взаимозаменяемости [2].

1.7 Условия поставки деталей

К изделиям, поставляемым на сборку, предъявляются требования связанные с взаимозаменяемостью. Детали, узлы, агрегаты, поставляемые на сборку, должны соответствовать, в пределах установленных допусков, размерам, которые проставляются в чертеже на данную сборку. Кроме того, должны быть правильно воспроизведены требующиеся по чертежу рельефы и формы обводов, подсечек, малок. Так же должны присутствовать и быть правильно расположены относительно базовых осей контура все сборочные,

базовые и направляющие отверстия. Изделия должны быть выполнены из соответствующих всем техническим условиям материалов, выполняться все условия термообработки, нанесены все антикоррозионные покрытия, поверхность изделия должна соответствовать заданному качеству.

Условия на поставку входящих деталей для сборки носовой части Фюзеляжа [8]:

– Все входящие обшивка поставляется на сборку уже с просверленными отверстиями для сборки и базирования;

– Все шпангоуты изготавливаются в соответствии с 3D моделью и поставляются на сборку с просверленными отверстиями для крепежа.

При этом силовые шпангоуты поставляются уже с приклепанными кронштейнами навески;

– Стрингеры изготавливаются соответственно 3D модели и поставляются на сборку с просверленными отверстиями;

– Лонжерон поставляется на сборку с просверленными отверстиями;

– Весь нижний носовой отсек поставляется на сборку согласно заданной 3D модели уже в собранном виде с необходимыми отверстиями;

– Все двери и люки поставляются на сборку уже в собранном виде;

– Обтекатели изготавливаются соответственно 3D с необходимыми отверстиями для крепления;

– Фонари пилота и штурмана являются покупными изделиями и поставляются на предприятие уже в готовом виде.

1.8 Проектирование технологического процесса

Подготовка рабочего технологического процесса является завершающим этапом технологической проработки сборки. Несмотря на это, технологический процесс является одним из основных частей подготовки производства, которая включает в себя отработку конструкции изделия на технологичность, а также проектирование средств технологического оснащения. В целом технологическая подготовка производства решает задачи серийного изготовления самолетов нужного качества при меньших

трудовых и материальных затратах, в заданный промежуток времени и в необходимом количестве.

В процессе разработки технологической документации при проектировании технологических процессов сборки изделия определяются все данные, необходимые для выполнения сборочных работ:

- выбираются схемы сборки и базирования, схемы обеспечения точности и взаимозаменяемости;
- разрабатываются технические условия на поставку элементов изделия на сборку;
- определяется состав и последовательность выполнения этапов сборки, операций и переходов;
- выбирается состав оборудования, инструмента и оснастки;
- определяется состав и квалификация исполнителей, кроме того, рассчитываются нормы времени, расценки и режимы операций; вычисляется трудоемкость и технологическая себестоимость, цикл сборки и т. д.

В самолетостроении сборочные работы относятся к многовариантным не только по возможному составу и последовательности операций технологического процесса, но и по составу необходимой оснастки, оборудования, инструментов и т. д. Кроме того, сборочные работы непосредственно связаны с другими процессами изготовления изделия. В связи с этим задачи проектирования технологических процессов сборки принято решать комплексно, с учетом других задач технологической подготовки производства изделия. Чаще всего для повышения качества и эффективности проектирования применяется автоматизированное проектирование с использованием САПР, так как проектирование оптимальных технологических процессов и оснащения сборки требует большого количества трудоемких вычислений, а использование автоматизированных систем позволяет ускорить процесс и увеличить точность.

В нашем случае проектирование технологических процессов сборки

разделяется на несколько этапов, так как сборка отсека Ф-1 является сложной и многогранной задачей.

На первом этапе решаются следующие задачи [9]:

- выбор схемы базирования элементов сборочной единицы и схемы сборки;
- выбор конструктивной схемы сборочной оснастки;
- выбор схемы обеспечения точности, взаимозаменяемости и схемы увязки технологической оснастки;
- разработка технических условий на поставку деталей и сборочных единиц по этапам сборки (ТУ);
- разработка ТУ на проектирование сборочной оснастки.

На втором этапе решаются такие задачи [10]:

- выбор возможных последовательностей установки элементов сборочной единицы с учетом условий их базирования и доступа к месту установки;
- выбор возможных последовательностей выполнения операций соединения, герметизации с учетом последовательности установки элементов сборочной единицы;
- выбор оптимальной последовательности выполнения всех операций сборки.

На третьем этапе решаются следующие задачи [11]:

- определение состава рабочей оснастки, инструмента, оборудования и вспомогательных материалов;
- определение состава и квалификации исполнителей;
- расчет режимов и нормирование операций сборки;
- расчет технико-экономических показателей и выбор оптимального варианта технологического процесса;
- оформление карт технологического процесса сборки.

2. Конструкторский раздел

2. 1. Технологическая подготовка производства

Освоение новых высокопроизводительных, долговечных, надежных в эксплуатации и экономичных машин, приборов, инструментов и другой сложной техники требует хорошо организованной подготовки производства, проведения исследовательских и экспериментальных работ. Многочисленные мероприятия по подготовке производства разделяются на конструкторскую и технологическую подготовку. Основные этапы, которые включает в себя конструкторская подготовка были рассмотрены в предыдущем разделе данного курсового проекта [14].

После выполнения всех этапов конструкторской подготовки производства и утверждения рабочего проекта начинается развернутая технологическая подготовка. Она включает следующие этапы:

- Разработка технических условий на стапель.
- Проектирование оснастки.
- Подготовка цехов и рабочих.
- Организация выпуска изделия.

Данный задачи будут рассмотрены в данной курсовом проекте, в конструкторской части [12].

2.2. Проектирование цеха

На данном этапе подготовки производства нашей задачей является подготовить производственные площади для совершения сборки отсека Ф-1 среднего военно-транспортного самолета ИЛ-276. В связи с тем, что данная машина является модификацией уже собираемого на данном предприятии самолета ИЛ-476, машину ИЛ-276 будет целесообразнее собирать на его базе с использованием его производственных мощностей с небольшими доработками [13].

В данное время сборка отсека Ф-1 осуществляется в 572 цехе, который располагается в АСП. При проектировании цехов АСП пол цеха проектируется с расчетом на установку любой специальной оснастки без специальных фундаментов. По рекомендации Национального Института Авиационных Технологий толщина бетонной подушки должна составлять

300 мм для установки ступеней любых габаритов [13].

Учитывая задачи промышленной санитарии, чистоты и горизонтальности пола, бетонная плита поверху покрывается наливным полом из мраморной крошки толщиной до 50 мм.

Приспособления с жесткой рамой и перемещаемые на регулируемых опорах устанавливаются непосредственно на мраморную крошку. Установка оснастки в цехе потребителе осуществляется строго по утвержденной планировке. Разметка под опоры ступеня ведется по планировке, чертежу оснастки с привязкой к продольным и поперечным колоннам корпуса. Выставляется СП в цехе потребителе ведется с помощью лазерного трекера.

Теперь рассмотрим подробнее технологические характеристики самого цеха, в котором будет осуществляться сборка нашего отсека, а также его структуру, они предоставлены в (рис. 2.1) [14].



Рис. 2.1. Структура цеха 572

Основным назначением данного цеха является сборка отсеков фюзеляжа Ф-1 и Ф-3 с монтажами систем и интерьера. Кроме того, в этом же цеху выполняются основные под сборки входящие в Ф-1, такие как [15]:

- сборка больших передних створок главного шасси;
- сборка малых створок главного шасси;
- сборка больших задних створок главного шасси;

- сборка дверей на шп. 14;
- сборка входных дверей;
- сборка крышки нижнего аварийного люка;
- сборка крышки верхнего аварийного люка;
- сборка больших створок передней ноги;
- сборка носового обтекателя РЛС;
- сборка нижнего носового обтекателя РЛС;
- сборка боковых створок.

Так же при подготовке производства важным является составление плана цеха, в котором будет осуществляться данная сборка. Это необходимо для того, чтобы грамотно использовать производственные площади. Грамотное составление планировки позволяет значительно сократить затраты на перевозку агрегатов к основному месту сборки, а также сокращает время.

2.3 Разработка технических условий на проектирование стапеля

Важной частью технологической подготовки производства является необходимость создать приспособление (стапель) для общей сборки отсека Ф-1, которое будет удовлетворять требованиям сборки данной конструкции. Исходными документами для проектирования стапеля являются чертежи изделия, которые так же будут приложены к курсовому проекту в приложении в формате А1; описание технологического процесса сборки и технические условия на проектирования [11].

Технические условия на разрабатываемое приспособления содержат следующие указания:

- стапель предназначен для общей сборки отсека фюзеляжа Ф-1 и стыковки панелей;
- положение собираемого отсека в стапеле соответствует положению отсека в собранном изделии, то есть горизонтальное;
- базами для сборки отсека являются ложементы и рубильники, представляющие собой теоретический контур фюзеляжа;
- метод увязки заготовительной и сборочной оснастки расчетно-

плазовый;

- сборочное приспособление должно обеспечивать требуемую точность сборки;

- установка сборочных элементов в стапель и выемка собранного отсека проводится при помощи крановой системы „DEMAG”;

- сборочные единицы подаются в стапель без подгонки в стапеле, следовательно должны быть полностью отработаны стыковые поверхности и соединения;

- так как что собираемый агрегат имеет большие габаритные размеры, должны быть предусмотрены настилы, стремянки и поручни, которые должны соответствовать требованиям техники безопасности при работе на высоте и при выполнении работ стоя;

- каркас оснастки должен обеспечивать удобные подходы при работе и достаточные зазоры при закладке собираемых элементов и выемке собранных изделий, обеспечивая его максимальную жесткость и минимальную металлоемкость;

- крупногабаритная оснастка должна крепиться к полу цеха;

- при установке оснастки на монолитный цементно-бетонный пол необходимо учесть удельную нагрузку от массы агрегата. Если она меньше допустимой для пола, то фундаменты не предусматриваются, кроме случая крупногабаритной и ответственной оснастки, когда в процессе работы возникают большие знакопеременные нагрузки.

2.4. Стапель сборки Ф-1. Описание конструкции

Стапель сборки отсека выполнен по объемной силовой схеме. Силовая конструкция стапеля состоит из колонн соединенных двумя поясами балок на уровне стрингера № 21 собираемого отсека и по верхнему краю. Верхний пояс балок замкнут по всему периметру, в нижнем поясе отсутствуют торцовые балки. Балки соединяются с колоннами через кронштейны шпильками и гайками.

Далее подробно рассмотрим элементы и методы фиксации основных

сборочных единиц отсека.

Нижняя часть отсека закладывается в стапель на ложементы посредством мостового крана. Для позиционирования и фиксации данной части по продольной оси и поперечной угловой координате, на крайних ложементах предусмотрены фиксаторы. Ложементы по условиям технологичности разрезаны на две секции по оси симметрии самолета. Секции закреплены штырь-болтами в вилках, залитых цементной массой в стаканы приваренных ДЭС к балкам нижнего пояса. В нижних точках секции ложементов закреплены в проушине на дополнительной опоре.

Створки шасси базируются на два продольных и два поперечных ложемента, соединенных в раму. Рама установлена на винтовых стойках, установленных попарно на двух опорах порталного типа.

Бимсовая кница устанавливается в ложементах на вспомогательной балке, имеющей собственные опоры. Разъем бимса фиксируется по съемной стыковой плите [14].

Оконные и верхние панели устанавливаются по внутреннему контуру на съемные ложементы. Ложементы устанавливаются на штырь – болтах в вилках. Вилки могут перемещаться в продольном направлении посредством винтового механизма. Стаканы приварены ДЭС к фермам на верхнем поясе балок. Оси вилок совпадают с осями вырезов оконных проемов. Закладка панелей в стапель производится в следующем порядке. Вначале оконные панели опускаются мостовым краном в стапель и надеваются оконными проемами на вилки. Затем в вилках устанавливаются ложементы, после чего в стапель закладывается секция верхних панелей, и все три панели фиксируются на ложементах притяжными фиксаторами. После сборки отсека ложементы расфиксируются, вилки вращением рукояток выводятся из отсека, и ложементы убираются из рабочей зоны. Для операций установки и демонтажа ложементов предусмотрено ручное исполнение, поэтому последние изготовлены в облегченном варианте.

Также в стапеле предусмотрены фиксирующие элементы для мелких

узлов и деталей: кронштейнов, перестыковочных стрингеров, и т. д.

В конструкции стапеля заложена высокая степень унификации и нормализации узлов (колонн, балок, вилок, проушин, прижимов и т. д.) – до 75 %.

Окраска стапеля производится в соответствии с цветовой схемой, принятой на базовом предприятии для изделия [13].

2.5 Проектировочные расчеты стапеля

Расчет жесткости балки

Стапель общей сборки под воздействием внешних нагрузок деформируется, чем вызывается искажение передаваемых агрегату размеров. При прочностных расчетах требуется определить жесткость элементов конструкции и прочность элементов крепления несущей системы приспособлений, гарантирующие их деформации не выше допустимых значений, принимаемые равными 0,1 мм. Исходя из данных требований произведем расчет.

Каркасы стапеля это пространственные, геометрически не изменяемые системы. Это говорит о том, что распределение усилий в них зависит не только от внешних нагрузок, но и от жесткости самого каркаса.

Чаще всего динамическими нагрузками, которые могут возникнуть от различных ударных инструментов пренебрегают, следовательно не берут в расчет. Это связано с тем, что данные нагрузки не оказывают значительного влияния на жесткость конструкций как по характеру воздействия, так и по их величине.

Действующие на каркас сборочного приспособления нагрузки разделяются на постоянные и переменные. Постоянными нагрузками являются: масса самих балок с приваренными к ним стаканами и находящимися в них крепежными элементами, масса плит, ложементов, колон, продольных и поперечных балок, а также других узлов, которые в процессе эксплуатации приспособления не являются съемными [12].

К переменным нагрузкам относятся масса деталей и узлов, которые для

данного приспособления съемные, т. е. те узлы которые располагаются на приспособлении временно, непосредственно во время их использования. к ним относятся: масса самого собираемого изделия, масса вспомогательной оснастки и т. д.

Собственную масса балок может быть не учтена при расчетах, это связано с тем, что при их монтаже в инструментальном стенде опоры балки расположены так же, как в приспособлении. Следовательно, расчет жесткости балок ведут только по переменным нагрузкам.

Проведение проектировочного расчета сборочного приспособления на жесткость каркаса необходимо для того, чтобы определить минимальное допустимое значение момента инерции сечения балок из условия их прогиба, обеспечивающего заданную точность сборки.

Расчет начинается с определения наиболее нагруженного элемента. В стапеле для сборки носовой части фюзеляжа, таким элементом является нижняя пара балок стапеля. Так как при расчете на жесткость учитываются только переменные нагрузки, массой ферм пренебрегаем. Сосредоточенная нагрузка на раму определяется по формуле:

$$P_p = P_l + P_n$$

где P_l – масса ложементов, Н; P_n – масса панелей, Н.

Масса каждого ложемента составляет 10 кг. Предположим, что между фермами нагрузка распределяется равномерно, по 5 кг на ферму, следовательно $P_l = 5 \cdot 9,8 = 49$ Н. Суммарная масса панелей составляет 800 кг. Полагаем, что на фермы действует нагрузка от массы части панели между шпангоутами № 8 и № 14. Длина упомянутого участка панели составляет около 2 м при общей длине панели 9 м. Масса отсеченной части панели равномерной линейной плотности равна:

$$m_{оч} = 800 \cdot 2 / 9 = 178 \text{ кг.}$$

Полагаем, что на каждый из трех ложементов падает равная доля нагрузки.

Тогда, учитывая условие симметричности:

$$P_p = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot m_{оч} \cdot 9,8$$

$$=$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\cdot 178 \cdot 9,8 = 288 \text{ (Н)}.$$

Номинальное значение сосредоточенной нагрузки на балку равно:

$$P_p = 288 + 49 = 337 \text{ (Н)}.$$

После выполнения расчетов нужно выбрать расчетную схему. На колоннах края балки закрепляются дополнительными кронштейнами, следовательно, они являются защемленными. При числе сил $m=3$ коэффициент приведения $A=0,19$. Приведенная нагрузка $P_{пр}$ равна:

$$P_{пр} = 0,19 \cdot 3 \cdot 337 = 192 \text{ (Н)}.$$

После проведения расчетов по графикам равной жесткости подбираем необходимую жесткость балки, исходя из значения $P_{пр}$ и длины балки $L = 2$ м. Находим $EJ_x = 2 \cdot 107 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$.

Расчет элемента приспособления на прочность

Определим нагрузку на один из упоров. Масса нижней части с присоединенными дугами силовых шпангоутов, каркасом пола и панелями составляет около 1500 кг. Полагаем, что на каждый упор падает одинаковая доля нагрузки. Однако, учитывая, что положение твердого тела однозначно задается через положение трех его точек, считаем, что один упор всегда ненагружен. Тогда осевая нагрузка на упор составит:

$$P_{ос} = (1500 / 3) \cdot 9,8 = 4900 \text{ Н}.$$

Потребный момент инерции сечения стержня определяется по формуле:

$$J = \frac{1,5 \cdot P_{ос} \cdot l^2}{\pi^2 \cdot E}$$

где 1,5 – коэффициент запаса прочности; l – длина стержня, м; E – модуль упругости материала стержня, $\text{Н}/\text{см}^2$ (МПа).

Материал стержня – сталь ($E=2 \cdot 10^{11}$ Па), максимальный вылет стержня $l=0,6$ м., следовательно:

$$J = \frac{1,5 \cdot 4900 \cdot 0,6^2}{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^{11}} = 1,34 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4.$$

Для стержня круглого сечения момент инерции равен

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

Из верхней формулы выразим диаметр $d_{ст.}$, следовательно получаем:

$$\begin{aligned} d_{ст} &= \sqrt[4]{\frac{64 \cdot J}{\pi}} \\ &= \\ &= \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 1,34 \cdot 10^{-9}}{\pi}} = 0,008 \end{aligned}$$

Минимальный диаметр стержня $d_{ст} = d_3 = 8$ мм. Конструктивно задаем стержень с трапецидальной резьбой по ГОСТ24737–78 с наружным диаметром $d = 12$ мм, внутренним $d_3 = 8$ мм, шагом $P = 4$ мм.

2.6 Разработка сборочного чертежа приспособления. Анализ конструктивных требований

Сборочный чертеж разрабатывается на основе проекта конструктивной схемы. В данном чертеже определяем окончательное положение и тип установочных фиксирующих элементов оснастки, которые предназначены для крепления базовых фиксирующих элементов оснастки и средств увязки. В выбранном масштабе вычерчивается каркас приспособления. Так же прочерчиваются соединительные узлы, монтажные фиксаторы, после чего проставляются все размеры, необходимые для изготовления и монтажа приспособления, показываются сечения, которые раскрывают конструктивные особенности отдельных элементов и базирование основных деталей сборочной единицы.

Конструкция оснастки для сборки узлов и агрегатов планера самолета должна отвечать конструктивным требованиям, которые нужно учитывать

при проектировании:

- стаканы для «заливки» установочных фиксирующих элементов оснастки не должны врезаться в балки, рамы;
- базовые фиксирующие элементы оснастки должны быть спроектированы под обработку и контроль на ЧПУ;
- при сборке по отверстиям диаметры базовых отверстий и шаг между ними определяются из условия обеспечения требуемой точности геометрических параметров сборочных единиц с учетом жесткости фиксированных деталей и подборок;
- посадка фиксаторов, штырей в направляющих втулках H7/h6;
- установка каркаса оснастки на асфальтовое покрытие не допускается;
- оснастка рамного типа на регулируемых опорах может не крепиться к полу;

Сборочный чертеж приспособления выполнен на двух листах формата A1, верхняя и нижняя часть.

2.7 Разработка процесса изготовления и монтажа приспособления

Порядок изготовления стапельно-сборочной оснастки и оснастки второго порядка регламентируется отраслевыми стандартами и стандартами предприятия. На базовом предприятии это СТП 687.10.0036–2002, СТП 687.10.0039–2002.

Для каждого выпускаемого изделия стапельно-сборочная оснастка должна иметь свою цветовую окраску. Цвет оснастки и окраска ее элементов определяется при запуске изделия.

Технологический процесс изготовления и монтажа сборочного приспособления определяется его конструкцией, функциями для которых он предназначен, габаритами, схемой обеспечения взаимозаменяемости, методом сборки сборочных единиц, технико-экономическими показателями принятого оснащения и возможностями предприятия.

Заготовка поступает на слесарный и механический участок, где обрабатывается согласно технологическому процессу изготовления и сборки

рамы сборочного приспособления. Основные операции обработки рамы:

- разметочная: разметить необходимые детали для изготовления рамы балки;
- заготовительная: раскроить по разметке детали для изготовления рамы;
- слесарная: разметить на монтажно сварочной плите плаз для сборки рамы, собрать монтажную схему, навесить необходимые отвесы;
- предварительно собрать на прихватки раму, балку и ферму;
- Провести контроль собранной рамы и проверить расположение опор и стаканов под заливку фиксаторов;
- сварочная: сварить раму, балку, ферму прерывистым швом с заваркой шва с обеих сторон рамы для минимальных поволодок;
- слесарная; провести контроль сваренной рамы, после чего править раму сварными швами;
- транспортировочная: отвезти раму на отжиг;
- покрасочная;
- транспортировочная: отвезти в конечный пункт назначения.

Рассмотрим технологический процесс изготовления механообрабатываемых деталей:

- разметочная: разметить механообрабатываемые детали (прижимы, упоры, площадки, косынки, штыри, шпильки, болты, анкеры, уши, фиксаторы и т. д.);
- раскройная: произвести раскрой разметочных механообрабатываемых деталей;
- механическая: произвести механическую обработку деталей по чертежу;
- слесарная: произвести необходимые доводочные операции (сверление отверстий, снятие фасок, зачистка);
- контролировать готовые механообрабатываемые детали;
- транспортировочная: транспортировать проконтролированные

элементы на участок сборки, транспортировать механообрабатываемые детали на слесарный участок для сборки.

3. Заключение

В ходе курсового проекта мной была проанализирована сборка отсека Ф-1 среднего военно-транспортного самолета, произведена разработка технических условий для его сборки, технических условий на стапель сборки носового отсека. Разработана конструкция стапеля, выполнены расчеты жесткости стапеля, описаны процессы сборки отсека Ф-1.

На основе этого была разобрана конструкция Ф-1. Произведен анализ и оценка технологичности данного отсека. После чего на основе полученных данных была разработана схема членения, на основе которой разработана схема и порядок сборки. Совершение таких работ вызвано необходимостью повышения технологичности процессов сборки с целью снижения финансовых затрат предприятием и цикла производства.

Так же была разработана схема увязки, это делается для достижения заданной точности сборки разработана. Схема увязки позволяет получать заданные размеры конструкции на определенных этапах сборки и производств компонентов сборки. Проведение этаких работ обусловлено требованиями собираемости и качества конструкции.

Так же были приведены требования к условиям поставки комплектующих элементов на сборку.

Список литературы:

1. Миллер В.В. Роль искусственного интеллекта в роботехнике. // В сборнике: Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2019 Сборник трудов XXXII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией В.И. Жулева. 2019. С. 638–641.

2. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Проблемы программного обеспечения в авиационных системах. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в

АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 7–15.

3. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В., Вольсков Д.Г. Подрыв конфиденциальности в системе адресации отчетности авиационной связи. // В сборнике: Миллионщиков-2019 Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ГГНТУ. 2019. С. 123–129.

4. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В. Система мониторинга работоспособности авиационных газотурбинных двигателей по реальным данным. // В сборнике: Миллионщиков-2019 Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ГГНТУ. 2019. С. 137–143.

5. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В. Особенности снабжения аэрокосмической промышленности. // В сборнике: В мире научных открытий Материалы III Международной студенческой научной конференции. 2019. С. 137–140.

6. Черненькая Е.В. Форсайт-аудит систем управления в аэрокосмической технологии. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2019. № 1 (85). С. 71–73.

7. Маркова Е.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Влияние инноваций на экономический рост. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2019. № 2 (86). С. 72–74.

8. Маркова Е.В. Исследование требований летной годности составных воздушных судов для воздушных судов транспортной категории в FAA. // Российский электронный научный журнал. 2019. № 1 (31). С. 8–21.

9. Маркова Е.В., Денисова Т.В. Моделирование турбовинтовой гибридной электрической двигательной установки. // Российский электронный научный журнал. 2019. № 2 (32). С. 16–33.

10. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Исследование экономических систем в авиастроении на основе методологии функционально-стоимостной

инженерии. // В сборнике: Молодежь и наука XXI века Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 470–472.

11. Вольсков Д.Г. Исследование экономических систем в авиастроении на основе методологии функционально-стоимостной инженерии. // В сборнике: Молодежь и наука XXI века Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 470–472.

12. Вольсков Д.Г. Криминализация экономики как финансовой безопасности. // В сборнике: Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера III Всероссийская научная конференция. Ульяновск, 2019. С. 101–104.

13. Вольсков Д.Г. Способы снижения дебиторской задолженности с целью укрепления финансовой безопасности предприятия. // В сборнике: Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера III Всероссийская научная конференция. Ульяновск, 2019. С. 105–109.

14. Вольсков Д.Г. Кадровая безопасность предприятия в современной экономике. // В сборнике: Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера III Всероссийская научная конференция. Ульяновск, 2019. С. 109–113.

15. Вольсков Д.Г. Улучшение отслеживания багажа, безопасности и обслуживания клиентов с помощью RFID в авиационной отрасли. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 15–20.

**IMPROVEMENT OF ORGANIZATIONAL STRUCTURES OF THE
DESIGN – TECHNOLOGICAL PRODUCTION OF THE MIDDLE
MILITARY TRANSPORT PLANE**

Al Darabseh Amer Mohammad Farhan,

5th year student,

Specialty Aircraft and

Helicopter Construction

amersamarah4@gmail.com

Markova Elena Vladimirovna,

Ph. D., associate professor

Department of "Economics,

Management and Computer Science"

morozova319@yandex.ru

Institute of Aviation Technologies and Management,

Ulyanovsk State Technical University,

Ulyanovsk, Russian Federation

Abstract. The stage of design and technological preparation of production is the longest in the process of creating new types of aircraft. To improve the organizational structures of enterprises, consideration of their activities is required not from the point of view of the functioning of structural units, but from the point of view of the organization and course of business processes. The new organizational structure of the company is based on the management of business processes and production resources. In recent years, a tendency has arisen when certain parts of the aircraft are made in different cities, but in the case of IL-276, the most suitable for the production of the entire machine is Aviastar – SP JSC. This is due to the fact that this product will be manufactured on the basis of the existing IL-476 aircraft assembled at this enterprise. In fact, the IL-276 is simply a “circumcised” IL-476. The car has a shortened fuselage in order to facilitate, and

only two of the four (closest to the fuselage) engines are left, and the fuel supply is also reduced, which leads to a decrease in weight. The Ulyanovsk plant has large areas already equipped for aircraft of this type, a paint shop and platforms for flight tests, therefore, this company can produce a full production cycle of aircraft, which is economically viable. In addition, at this time, the company has a small workload, and the production of a new product will allow the use of free equipment and specialists.

Keywords:: production resources, business process management, aircraft production cycle, organization of structural units, the process of creating new aircraft, design and technological production, organizational structure.