

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»
(Самарский университет)

В.П. КУЧЕРОВ

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА САМОЛЕТА Ил-114

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по специальности 24.05.07 Самолето- и вертолестроение и направлению подготовки 23.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

САМАРА
Издательство Самарского университета
2017

УДК 629.7.001(075)

ББК 68.53я7

К959

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. кафедры конструкции и проектирования
летательных аппаратов Самарского университета А.В. Болдырев;
канд. техн. наук, главный инженер АО «Авиаагрегат» А.А. Коптев

Кучеров, Вадим Петрович

К959 Основы технологии производства самолета Ил-114: учеб. пособие /
В.П. Кучеров. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. – 328 с.

ISBN 978-5-7883-1147-0

Учебное пособие является обобщением производственного опыта ГАО «ТА-ПОиЧ» по выпуску самолета Ил-114. В нем приведены материалы о подготовке производства, технологических процессах изготовления деталей, контроля, агрегатно-сборочных работ, монтажа и испытаний.

Для специалистов авиационного профиля и студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по специальности 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение и направлению подготовки 23.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

Также пособие может быть использовано студентами, которые обучаются по направлениям подготовки 24.03.04 Авиастроение, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов, 25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов, 23.03.01 Технология транспортных процессов.

УДК 629.7.001(075)

ББК 68.53я7

ISBN 978-5-7883-1147-0

© Самарский университет, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

В предлагаемом учебном пособии обобщен опыт работы коллектива ГАО «Ташкентское авиационное производственное объединение им. В. П. Чкалова» по освоению серийного производства самолета Ил-114.

Турбовинтовой 64-местный узкофюзеляжный ближнемагистральный пассажирский самолет Ил-114 – самолет со сложной судьбой, впервые поднявшийся в небо 29 марта 1990 года. Он был призван заменить морально устаревший к этому времени АИ-24. В его конструкции широко использованы последние достижения того времени в области аэродинамики, силовых установок, конструкционных материалов, авионики. Основными достоинствами Ил-114 являются экономичность в обслуживании и эксплуатации, неприхотливость к качеству взлётно-посадочной полосы, высокий уровень комфорта.

Одновременно к созданию аналогичного самолета приступили и ведущие иностранные авиапроизводители. По оценке специалистов, мировая потребность в самолетах этого класса составляла до 2000 воздушных судов. Однако ввиду сложной экономической ситуации в стране и распада СССР серийное производство самолета так и не было начато. За все время было произведено порядка 20 машин. Но заложенные в конструкцию самолета характеристики, многие из которых и сегодня являются уникальными, позволяют надеяться на возобновление производства уже модифицированного Ил-114.

В январе 2017 г. глава Объединенной авиастроительной корпорации Юрий Слюсарь объявил о начале подготовки выпуска самолетов Ил-114-300 на авиазаводах компании МиГ в Луховицах и «Сокол» в Нижнем Новгороде. Самолёт планируется выпускать в пассажирском, медицинском, разведывательном, патрульном и противолодочном вариантах.

В этой связи труд действительного члена Академии естественных наук Российской Федерации и Международной инженерной академии, доктора технических наук В.П. Кучерова представляется особенно актуальным.

В учебном пособии автором систематизированы материалы, освещающие особенности технологий производства самолета Ил-114 и его модификаций. Его отличительная особенность заключается в том, что автор сделал попытку охватить полный цикл производства самолета, начиная от конструктивно-технологической проработки чертежей изделия до аэродромных, наземных и летных испытаний. Освещаются также такие важные стороны современного производства летательных аппаратов, как развитие и внедрение методов и средств информационных технологий самолетостроительного предприятия, когда все технологические процессы осуществляются без применения бумажных носителей информации. Такой подход к содержанию пособия позволяет познакомить специалистов и особенно студентов с полным циклом производства изделия.

Особую ценность работе придает то обстоятельство, что В.П. Кучеров, свыше 40 лет проработавший на высоких руководящих должностях авиационных предприятий, отразил свой опыт по освоению и производству современ-

ной авиационной техники. Многие из приводимых в пособии технологических решений разработаны с его участием при освоении серийного производства самолета Ил-114 на ГАО «Ташкентское авиационное производственное объединение им. В. П. Чкалова».

Освоение производства модифицированного Ил-114-300, несомненно, будет осуществляться с использованием новых конструкционных материалов и технологий, которые не нашли отражение в предлагаемом пособии. Но это позволяет надеяться на его дополненное переиздание.

Учебное пособие представляет интерес для студентов авиационных вузов и специалистов самолетостроительных предприятий и авиаремонтных заводов.

*Директор института
авиационной техники
Самарского университета,
д-р техн. наук В.Д. Еленев*

ВВЕДЕНИЕ

ГАО «ТАПОиЧ» известно во всем мире. С момента образования (1931 г.) оно стало обладателем мощного научно-технического потенциала. Оно освоило и выпустило около 20 видов военной и гражданской авиационной техники, например, Ли-2, Ил-14, Ан-8, Ан-12, Ан-22, Ил-76, Ил-114 и их глубокие модификации, в том числе агрегаты самолетов Мрия (Ан-225), Руслан (Ан-124) и Ан-70. Многие технологии, которые были разработаны и внедрены, по настоящее время остаются уникальными. Впервые в мире специалисты объединения разработали и успешно внедрили в производство технологию сварки титановых сплавов, которой нет аналогов в мире.

Решение более 300 организационных, управленческих, экономических, финансовых, коммерческих и технических задач производства автоматизировано, благодаря широкому использованию средств вычислительной техники и методов математического моделирования, а также новейших CAD/CAM-систем. Это стало возможным благодаря правильной политике руководства объединения, целью которой является полный перевод производства на базу информационных технологий и внедрение системы корпоративного управления и снабжения производства.

Появление в парке авиационной техники самолета Ил-114 является закономерным. В настоящее время аналогичные ему самолеты Ан-24 и Як-40, которые в свое время были последним достижением науки и техники и предназначались для эксплуатации на воздушных линиях средней протяженности, пришли в состояние полного физического и морального износа. Процесс этот естественный, ибо законы эволюции обуславливают дальнейшее развитие человеческой мысли, плодом которой являются новые образцы военно-гражданской техники, технологий и самая различная продукция народно-хозяйственного назначения. В связи с этим в конце 1980-х годов Авиационным комплексом им. С.В. Ильюшина был разработан проект нового самолёта, предназначенный заменить в своем классе самолёты, выработавшие ресурс. Этим самолётом стал Ил-114.

Книга, являясь учебным пособием по курсу «Основы производства летательных аппаратов», написана для того, чтобы студенты авиационных вузов смогли иметь более подробную информацию о производстве этого самолета. Оно важно, так как отражает до сих пор не доступные для студентов материалы. Конечно, определенная часть книги в той или иной степени дублирует источники, посвященные подобной проблематике. Но использование опыта других исследователей дало возможность более полно осветить производственно-технологическую линию и цикл производства самолета.

Автор выражает признательность д.т.н., профессору З.З. Шамсиеву, М.И. Казнову, В.П. Близнюку, к.т.н. Р.Б. Лихачеву, к.т.н. У.Р. Малину, М.А. Насырову, В.А. Ерофееву и другим специалистам и работникам ТГАИ и ГАО «ТАПОиЧ» за помощь, оказанную при подготовке учебного пособия.

Глава 1

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САМОЛЕТА Ил-114

1.1. Назначение, модификации и сравнительная оценка самолета Ил-114 с аналогами

Самолёт Ил-114 (рис. 1.1) представляет собой современный турбовинтовой самолет нового поколения, предназначенный для коммерческих перевозок пассажиров, багажа, почты и грузов на воздушных авиалиниях протяженностью до 1000 км с большими пассажиропотоками и на отдельных магистральных с малыми потоками до 4800 км. Он выполнен по схеме свободнонесущего моноплана с низкорасположенным крылом, обычным однокилевым хвостовым оперением, трехопорным шасси с передней стойкой. В конструкции планера широко используются детали из композиционных материалов.

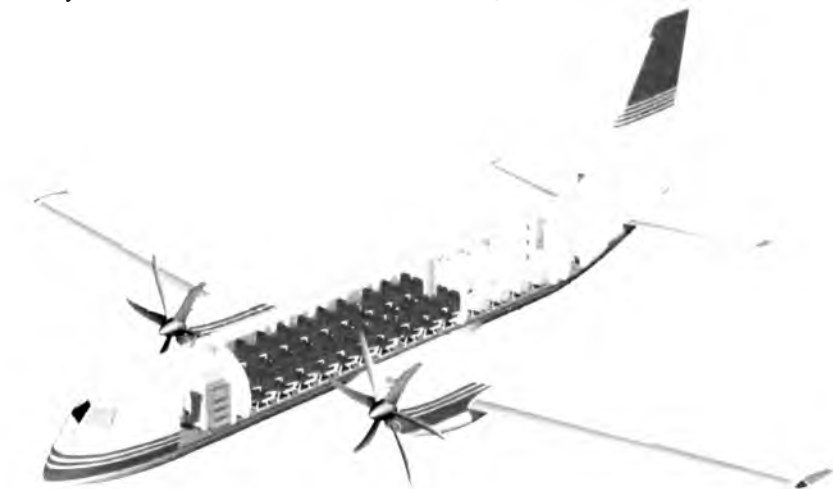


Рис. 1.1. Пассажирский самолет Ил-114

Самолёт обеспечивает эксплуатацию на всех режимах полёта и высотах до практического потолка в климатических условиях при температуре окружающей среды от -50 до $+45^{\circ}\text{C}$ в условиях крайнего Севера, влажном и тропическом климатах, с грунтовых и бетонных взлетно-посадочных полос (ВПП), в любое время года и суток, над сушей и водным пространством, на внутренних и международных авиалиниях. Встроенный в фюзеляж входной трап и наличие вспомогательной силовой установки обеспечивают требуемый уровень автономности.

Ил-114 оснащен современной цифровой авионикой, позволяющей пилотировать самолет экипажу из двух человек при любых погодных условиях в дневное и ночное время. Самолет оснащен современными системами, определяющими требования к полетам в разных странах. Он отвечает современным требованиям к дизайну интерьера пассажирского салона, оснащенного комфортабельными креслами, а также буфетными, гардеробными и туалетными блоками, число и размещение которых зависит от вариантов компоновки. Ил-114 по уровню шума в салоне и снаружи самолета соответствует требованиям стандарта ICAO.

Программа технического обслуживания и ремонта самолёта Ил-114 предусматривает проведение различных форм оперативного и периодического обслуживания для поддержания должного уровня безопасности и регулярности полётов. Основные данные самолёта приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Показатели	Значение
1	2
Длина самолёта, м	26.577
Высота самолёта, м	9.324
<i>Масса самолета для бетонных ВПП:</i>	
максимальная взлётная масса, кг	22700
максимальная посадочная масса, кг	22700
масса пустого самолёта, кг	14420
максимальная масса коммерческой нагрузки, кг	6000
<i>Масса самолета для грунтовых ВПП:</i>	
максимальная взлётная масса, кг	22200
максимальная посадочная масса, кг	21500
максимальная масса коммерческой нагрузки, кг	5000
<i>Геометрические данные крыла:</i>	
размах, м	30
площадь, м ²	81.9
<i>Геометрические данные фюзеляжа:</i>	
длина, м	26.2
диаметр миделевого сечения, м	2.86
размеры пассажирской кабины, м: длина	18.93
ширина	2.64
высота	1.92
<i>Расположение дверей и люков:</i>	
входная дверь	по левому борту (8-10 шп.)
аварийные выходы	на центроплане (2 люка)
аварийная дверь	по левому борту (41-44 шп.)
буфетная дверь	по правому борту (41-43 шп.)
багажный люк	по правому борту (8-10 шп.)
<i>Геометрические данные горизонтального оперения:</i>	
размах, м	11.1
площадь (полная), м ²	22.75
площадь руля высоты, м ²	7.34
<i>Геометрические данные вертикального оперения:</i>	
высота от оси фюзеляжа, м	6.311
площадь (полная), м ²	14.8
площадь руля направления, м ²	6.66
площадь сервокомпенсатора РН, м ²	0.559

1	2
площадь триммера РИ, м ²	0,397
<i>Данные о шасси:</i>	
колёса (по внешним колёсам), м	8.4
база, м	9.150
размеры шины колеса основной опоры, мм	880х315х361
размеры шины колеса передней опоры, мм	620х180х305
радиус разворота, м	12.3
максимальный угол поворота передней опоры, град	55
<i>Данные о силовой установке:</i>	
марка и количество двигателей	ТВ7-117С, 2 шт
мощность (двигателя), л.с.	2х2750
удельный расход топлива, г/л.с. ч	247
воздушные винты 6-лопастные	СВ-34
диаметр воздушного винта, м	3.6
<i>Назначенный ресурс и срок службы до списания: 30000 лётных часов; 30000 посадок; 30 лет.</i>	

Сравнительный анализ параметров самолёта Ил-114 с самолётами-аналогами. Сопоставительные данные самолёта Ил-114 в компоновке на 64 места (рис. 1.2) с самолётами-аналогами Ан-24, АТР, АТР-42, АТР-72, САНБ-2000 представлены в табл. 1.2. Результаты сравнения показывают, что самолёт Ил-114 не уступает по параметрам (комфарту, объёму багажа и кабины на одного пассажира и другим) вновь созданным зарубежным аналогам.

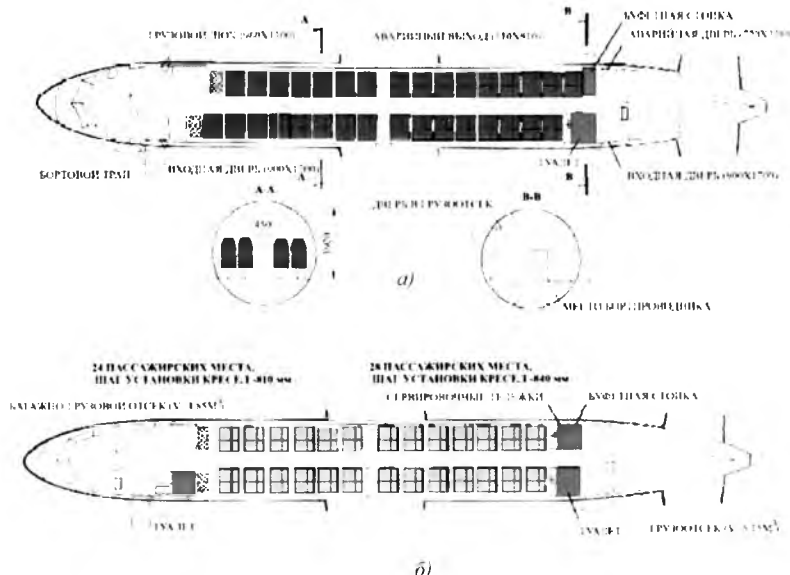


Рис. 1.2. Варианты компоновок пассажирского салона самолета Ил-114:
а – 64 пассажирских мест, шаг установки кресел – 762 мм; б – 52 пассажирских мест

Таблица 1.2

Параметр	Тип самолёта					
	Ил-114	Ан-24	АТР	АТР-42	АТР-72	СААБ-2000
Взлётная масса, кг	22700	-	22450	16700	19900	22000
Коммерческая нагрузка, кг	6500	2700	-	4900	-	5900
Дальность полёта с пассажирами, км	1000	1350	1140	1760	1195	2270
Макс. заправка топливом, кг	6480	3900	-	4500	5000	4165
Перегоночная дальность, км	4800	-	-	4600	-	-
Скорость полёта, км/ч	500	-	490	495	530	675
Максимальное число пассажиров	64	50	64	60	66	58
Шаг кресел, мм	780	720	787	-	787	-
Длина фюзеляжа, м	26.2	23.53	25.74	-	27.17	-
Диаметр фюзеляжа, м	2.86	2.9x2.5	2.67	-	2.86x2.64	-
Длина кабины, м	18.93	15.69	19.2	-	19.214	-
Диаметр кабины, м	2.64	2.76	2.46	-	2.57	-
Высота кабины, м	1.92	1.91	1.93	-	1.91	-
Площадь пола, м ²	42	34.5	36.25	-	42	-
Объём кабины, м ³	76	62.56	69.1	-	75	-
Проход между креслами, мм	450	410	410	-	457	-
Ширина 1-го места пассажира, мм	440	-	430	-	436	-
Объём багажников, м ³	9.4	6.8	11.4	-	9.2	-
Объём багажных полоков, м ³	2.88	-	2.68	-	2.6	-
Общий объём багажника, м ³	12.28	14	13.72	-	11.8	-

Герметичная грузовая кабина (рис. 1.3) самолета Ил-114Т объемом 76 м³ позволяет перевозить до 8 стандартных грузовых контейнеров, для погрузки которых в задней части фюзеляжа по левому борту имеется большая откидывающаяся вверх грузовая дверь размером 3250x1715 мм.

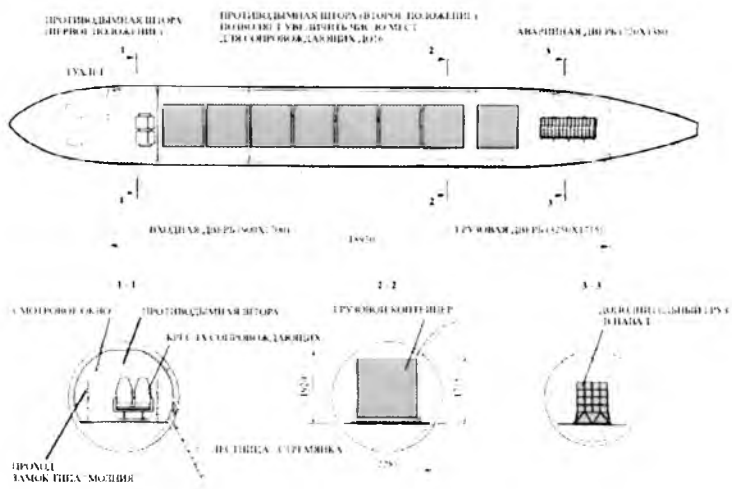


Рис. 1.3. Компонировка грузового салона самолета Ил-114Т

Для перемещения внутри самолета контейнеров (поддонов), а также их крепления и швартовки в грузовой кабине устанавливается комплект легко-съемного оборудования, включающего напольную механизацию с шариковой панелью и роликовыми дорожками, а также боковые и торцевые упоры и замки.

В передней части фюзеляжа, за кабиной пилотов, расположен отсек для сопровождающих груз пассажиров. Отсек рассчитан на двух человек и отделен от грузовой кабины противодымной шторой. В случае необходимости противодымная штора может быть смещена вглубь грузовой кабины. при этом в отсеке для пассажиров на имеющиеся в полу спецпрофили можно установить необходимое количество пассажирских кресел.

Помимо грузовой двери, в передней части фюзеляжа по левому борту имеется входная дверь со встроенным трапом, а в хвостовой части фюзеляжа по правому борту – аварийный выход.

Устанавливаемое на самолете грузовое оборудование позволяет обеспечить транспортировку грузов в контейнерах и на поддонах, или транспортировку грузов в «навал». Возможны комбинированные варианты в пределах допустимой грузоподъемности самолета и центровки. В любых вариантах допускается погрузка и крепление грузов «россыпью».

Проверочная эксплуатация подтвердила экономическое превосходство самолёта Ил-114 над самолётом Ан-24.

Самолёт Ан-24 при максимальной заправке топливом в 3900 кг и коммерческой загрузке 2700 кг может преодолеть расстояние 1350 км. Самолет Ил-114 при этой же заправке и коммерческой загрузке в 3600 кг может лететь на расстояние до 2200 км, а при полной заправке топливом в 6480 кг и коммерческой загрузке 1200 кг – на расстояние до 4200 км.

На рис. 1.4 приведена компоновочная схема кабины пилотов, на которой цифрами отмечены основные составляющие кабины.

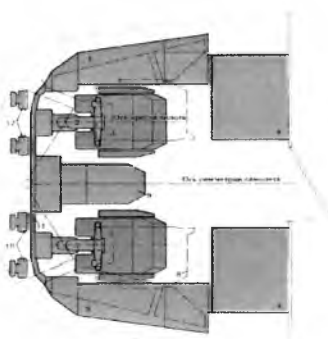


Рис. 1.4. Кабина пилотов самолета Ил-114:

- 1 – бортовой пульт правого пилота; 2 – штурвал правого пилота; 3 – кресло правого пилота;
- 4 – отсек с оборудованием; 5 – бортовой пульт левого пилота; 6 – кресло левого пилота;
- 7 – штурвал левого пилота; 8 – кресла в нерабочем положении; 9 – центральный пульт;
- 10 – педали левого пилота; 11 – приборная доска; 12 – педали правого пилота

1.2. Конструктивно-технологическое членение и характеристика планера самолета

В технологии производства планера и интерьера самолета широко используются новые материалы и прогрессивные техпроцессы.

Для обеспечения надежности, весовой эффективности и ресурса в конструкции планера используются новые алюминиевые сплавы высокой чистоты, в том числе и высокопрочные. Отдельные элементы конструкции изготавливаются из алюминиево-литиевых сплавов. В зонах, безопасных в коррозионном отношении, устанавливаются детали из магниевых сплавов повышенной чистоты. Подтвердившие свою надежность традиционные марки стали и титановые сплавы применяются для изготовления деталей и узлов, работающих в условиях повышенных нагрузок. Технологией предусматриваются изготовление стрингеров из листового материала прокаткой в роликах, а также упрочняющая обработка наиболее ответственных узлов и деталей.

При изготовлении элементов планера и интерьера нашли применение детали из композиционных материалов. В кресле и оперении элементы конструкции общей площадью примерно 40 м² изготавливаются из гибридных органоуглестеклопластиков и полимерных сот различной плотности. В интерьере применены монолитные конструкции и трехслойные панели с полимерными сотами и обшивками из стеклопластиков, изготавливаемые бесклеевым способом. Всего в конструкции планера использовано около 450 кг композиционных материалов. Склейка слоистых конструкций фюзеляжа типа обшивка-дублер (общей площадью приблизительно 80 м²) осуществляется с использованием высокопрочного пленочного клея с сушкой в автоклаве.

В соединениях деталей планера используются усовершенствованные виды крепежа. Предусмотрена клепка панелей крыла и фюзеляжа со стрингерами на сверлильно-клепальных автоматах с применением стержневых и высокоресурсных заклепок. Широко использованы соединения узлов и деталей конструкции с помощью титановых болтов, болтов-заклепок и самоконтращихся гаек.

В технологии изготовления самолета большое внимание уделено противокоррозионной защите, что позволяет эксплуатировать самолет в любых климатических условиях. Нанесение новых эпоксидных лакокрасочных покрытий с горячей сушкой надежно защищает внутренний набор планера. Применение новых полисульфидных герметиков и топливостойкого лакокрасочного покрытия позволяет обеспечить надежную и облегченную герметизацию.

Окраска планера снаружи полиуретановыми эмалями придает самолету современный внешний вид, обеспечивает высокую стойкость покрытия и надежно защищает поверхность самолета от воздействия внешней среды.

Планер самолета с целью обеспечения рациональной организации производства членится на 66 конструктивно-технологических элементов (рис. 1.5), каждый из которых представляет собой самостоятельную сборочную единицу, позволяющую осуществлять технологическую специализацию производства в зависимости от программы выпуска самолета.

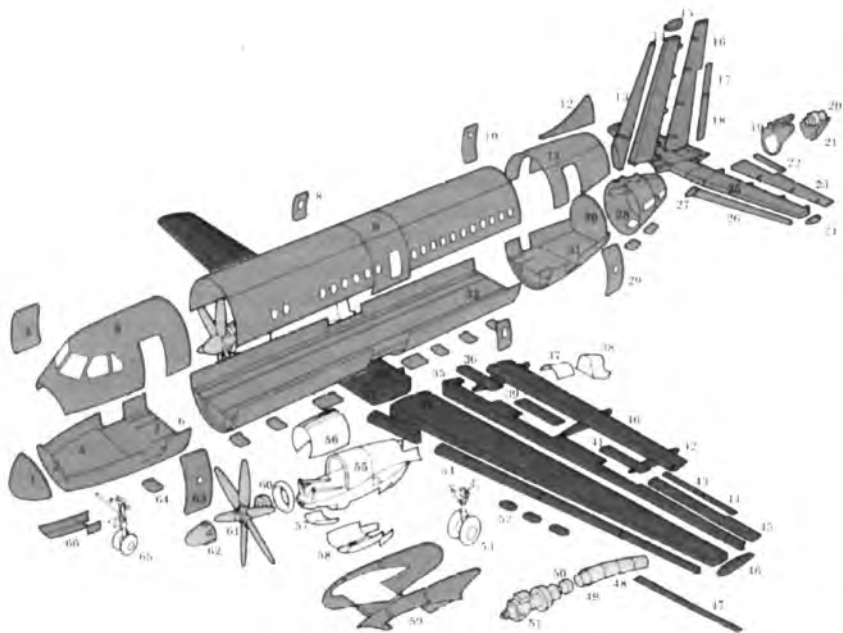


Рис. 1.5. Конструктивно-технологическое членение планера самолета Ил-114:

1 – обтекатель РЛС; 2 – передняя гермостенка кабины; 3 – нижняя секция носовой части фюзеляжа; 4 – грузовая дверь; 5 – верхняя секция носовой части фюзеляжа; 6 – рельсы пола пассажирской кабины; 7 – панели пола пассажирской кабины; 8 – аварийная дверь над крылом; 9 – верхняя секция средней части фюзеляжа; 10 – служебная дверь; 11 – верхняя секция хвостовой части фюзеляжа; 12 – передний обтекатель киля; 13 – панели носка киля; 14 – кессон киля; 15 – законцовка киля; 16 – руль направления (РН); 17 – триммер РН; 18 – сервокомпенсатор РН; 19 – отсек ВСУ; 20 – вспомогательная силовая установка; 21 – створки отсека ВСУ; 22 – триммер РВ; 23 – руль высоты (РВ); 24 – законцовка стабилизатора; 25 – кессон стабилизатора; 26 – панели носка стабилизатора; 27 – зализ стабилизатора с фюзеляжем; 28 – отсек крепления оперения; 29 – задняя входная дверь; 30 – задняя гермостенка кабины; 31 – нижняя секция хвостовой части фюзеляжа; 32 – нижняя секция средней части фюзеляжа; 33 – центроплан крыла; 34 – кессон консоли крыла; 35 – хвостовая часть крыла с задним лонжероном; 36 – тормозные щитки; 37 – крышка хвостовой части; 38 – обтекатель хвостовой части gondoly; 39 – дефлектор крыла; 40 – основное звено закрылка; 41 – интерцентр; 42 – обтекатель рельса закрылка; 43 – сервокомпенсатор элерона; 44 – триммер; 45 – элерон; 46 – законцовка крыла; 47 – нижние откидные панели хвостовой части крыла; 48 – кожух выхлопной трубы; 49 – выхлопная труба; 50 – выходной патрубок; 51 – турбовинтовой двигатель; 52 – съемные лючки нижней панели; 53 – основная опора шасси; 54 – съемные панели носка крыла; 55 – gondola двигателя; 56 – капот двигателя; 57 – створка отсека маслорадиатора; 58 – створка отсека основной опоры шасси; 59 – зализ крыла с фюзеляжем; 60 – кольцо воздухозаборника; 61 – воздушный винт; 62 – обтекатель втулки винта; 63 – передняя входная дверь; 64 – крышки подфюзеляжных люков; 65 – передняя опора шасси; 66 – створки отсека передней опоры шасси

Конструкция планера самолёта представляет собой низкоплан обычной схемы и состоит из центроплана, крыльев, фюзеляжа, двух гондол двигателей, вертикального и горизонтального оперений, зализа крыла с фюзеляжем и трёх опор шасси. Планер самолёта, в основном, клёпаной конструкции из алюминиевых сплавов повышенной чистоты. Ряд деталей изготавливается из высокопрочных алюминиевых сплавов, титана, сталей и композиционных материалов.

Требования к качеству внешней поверхности заложены в соответствии с ОСТ 1.02507-64 «Самолёты дозвуковые. Требования к качеству внешней поверхности».

Крыло (рис. 1.6) состоит из прямоугольного центроплана (1) и двух отъемных частей (ОЧК, 2) трапецевидной формы. Стык центроплана с консолью – технологический, неразъёмный в эксплуатации. Основные конструкции центроплана и ОЧК представляют собой кессоны, изготовленные из высокопрочного сплава.

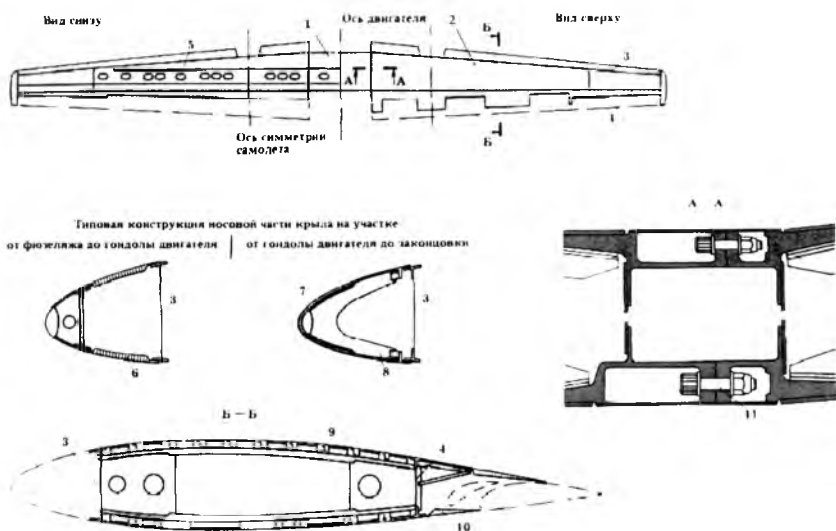


Рис. 1.6. Основные конструктивные составляющие крыла самолета Ил-114:

1 – центроплан; 2 – ОЧК; 3 – передний лонжерон; 4 – задний лонжерон; 5 – люк-лаз; 6 – откидная панель; 7 – электронагревательный элемент ПОС; 8 – съемная носовая часть крыла; 9 – стрингер; 10 – откидная панель хвостовой части крыла; 11 – стыковой болт

Центроплан представляет собой двухлонжеронную конструкцию с верхней панелью-секцией (из трех) нижних панелей. Каркас центроплана негерметичен и не предназначен для заполнения топливом.

Пояса-компенсаторы нервюр крепятся к обшивкам панелей центроплана с помощью болт-заклёпок: со стрингерами – через компенсирующие прокладки. Стрингерный набор клепаются с панелями универсальными заклёпками (УЗ) на

автомате. Крепление нервюр со стрингерами по нижней дужке осуществляется кницами-стойками.

Нижний пояс – компенсатор имеется лишь на нервюре 1. В зоне стыка нервюры 1 с передним лонжероном по низу центроплана располагаются фитинги перестыковки с бимсами фюзеляжа, аналогично расположены фитинги по оси нижней балки.

Средняя панель секции нижней панели замыкающая, с двумя люками-лазами.

Стык центроплана с фюзеляжем осуществляется путем использования:

- контурных угольников по передним и задним лонжеронам и верхней панели;
- силовых фитингов по низу 23 и 27 шпангоутов;
- фитингов перестыковки с бимсами фюзеляжа по оси 1 нервюры и нижней балки между нервюрами 0-1.

Стык центроплана с ОЧК – фланцевый. Стыковые болты устанавливаются с зазором 0.3 мм.

Основными материалами, используемыми в конструкции центроплана, являются алюминиевые сплавы В950412, 11637ПП, 1163РДТ-8В.

ОЧК представляет собой двухлонжеронную конструкцию кессонного типа. В зоне от нервюры 1 до нервюры 17 в кессонной части ОЧК расположен герметичный топливный отсек. Зона от нервюры 17 до нервюры 27 – не топливный («сухой») отсек. По оси нервюры 17 имеется технологический разъем панелей. Герметичная часть крыла имеет верхнюю целую и секцию (из трёх) нижних панелей, средняя люковая панель – замыкающая. В негерметичной зоне нижняя секция состоит из двух панелей, со съёмной передней.

Соединение нервюр со стрингерным набором производится через кницы-стойки, установленные в стапеле сборки панелей.

Носовая часть крыла, собранная на базе переднего лонжерона состоит из лобовых секций и электрообогревных носков (носки 3-8) и секции установки фары. В конструкции носовой части в зоне носков 1-2 расположены сотовые панели.

Хвостовая часть крыла, собранная на базе заднего лонжерона, состоит из хвостовиков нервюр с предварительно установленными узлами навески механизации крыла. Вместо штатных сотовых панелей при сборке хвостовой части должны быть установлены технологические.

Стык ОЧК с центропланом – фланцевый, стыковые болты установлены с зазором 0.3 мм.

Основными материалами, используемыми в конструкции ОЧК, являются алюминиевые сплавы В950412, 11637ПП, 1163РДТ-8В, стеклопластики.

Верхние и нижние панели ОЧК выполнены из листов обшивки с приклепанными к ним прессованными стрингерами. Толщина обшивки от 1 до 3 мм. Нижние панели с люками-лазами выполнены из листов толщиной 6-10 мм путем химического травления и механической обработки для получения местных усилений.

Лонжероны и нервюры ОЧК – обычной балочной клепаной конструкции.

На участке от борта фюзеляжа до нервюры 15 кессоны герметичны и используются как баки для размещения топлива.

В носовой и хвостовой частях ОЧК применены сотовые конструкции из композиционных материалов.

Для крепления гермошлангов двигателей, опор шасси, поверхностей управления и взлётно-посадочной механизации в конструкции предусмотрены малогабаритные узлы и фитинги.

На ОЧК размещена взлётно-посадочная механизация в виде закрылков и тормозных щитков. Закрылки – двухщелевые, состоят из двух неизменяемых друг относительно друга элементов – дефлектора и основного звена. Основное звено закрылка сборной конструкции состоит из металлического лонжерона и набора нервюр, штампованных из листового материала. Тормозные щитки состоят из двух секций на каждом полуразмахе крыла, конструктивно аналогичны закрылкам.

Крыло крепится к двум силовым шпангоутам (23 и 21) фюзеляжа.

Конструктивно-технологическая характеристика фюзеляжа. Фюзеляж (рис. 1.7), представляя собой конструкцию типа полумонокок, состоит из пяти основных секций: передней (до шпангоута 11), средней (между шпангоутами 11 и 39), хвостовой (между шпангоутами 39 и 48), а также секциями хвостового оперения (между шпангоутами 48 и 54) и отсека ВСУ (за шпангоутом 54). Передняя, средняя и хвостовая секции имеют технологические стыки и являются герметичными.

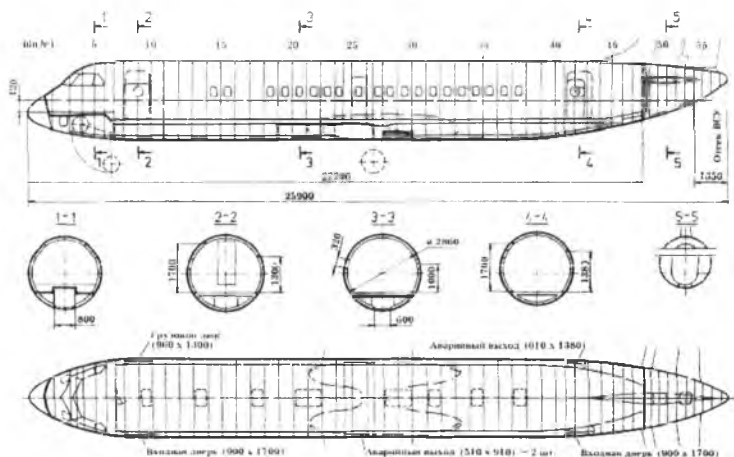


Рис. 1.7. Конструктивные и геометрические данные фюзеляжа самолета

Конструкция фюзеляжа разработана с учетом панельной сборки и широко-го применения прессовой клепки. Обшивка выполнена из алюминиевых спла-вов с дополнительным усилением дублерами и рамками в зоне дверных и

оконных проемов. Обшивка, дублеры и рамки соединены между собой с применением склейки. Поперечный набор состоит из гермоперегородок, силовых и промежуточных шпангоутов. Стрингеры выполнены из листового материала.

Каркас фонаря кабины экипажа собирается из четырёх штампованных рамок. Стык крыла с фюзеляжем закрыт обтекателями.

Оперение – свободнонесущее, обычной схемы, клёпаной конструкции, состоит из прямого горизонтального и стреловидного вертикального оперений (рис. 1.8).

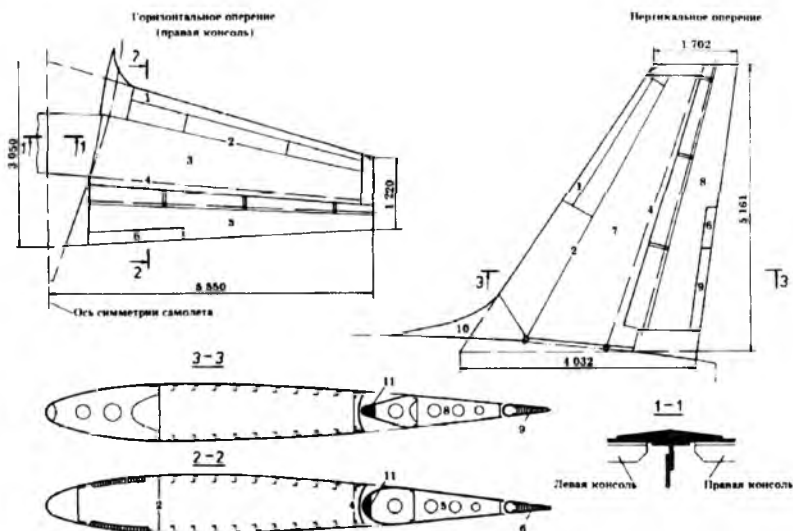


Рис. 1.8. Конструктивные и геометрические данные оперения самолета:

1 – съемная секция противобледенителя; 2 – передний лонжерон; 3 – стабилизатор; 4 – задний лонжерон; 5 – руль высоты (РВ); 6 – триммер; 7 – киль; 8 – руль направления (РН); 9 – сервокомпенсатор; 10 – передний обтекатель кия; 11 – балансировочный груз

Горизонтальное оперение состоит из стабилизатора и односекционного руля высоты с триммером.

Стабилизатор двухлонжеронной конструкции, выполнен из двух консолей, соединенных между собой по оси симметрии. Стабилизатор крепится к шпангоутам фюзеляжа узлами на переднем и заднем лонжеронах.

Вертикальное оперение состоит из кия с гребнем и односекционного руля направления с триммером и сервокомпенсатором. Конструкция кия аналогична конструкции стабилизатора. Киль крепится в четырех точках узлами на лонжеронах к двум шпангоутам хвостовой части фюзеляжа.

На крыле устанавливаются гондолы двигателей. В каждой гондole установлен турбовинтовой двигатель. Кроме двигателя, в гондole размещены основная опора шасси и агрегаты гидравлической, топливной и пожарной систем.

Все коммуникации, проходящие через противопожарные перегородки, герметизированы. Для предотвращения образования взрывоопасной концентрации паров ГСМ все отсеки гондол вентилируются воздухом, поступающим из атмосферы.

Шасси самолёта. Передняя опора шасси (рис. 1.9) выполнена в виде фермы с масляно-пневматическим амортизатором. Стойка опоры оборудована системой поворота колёс и убирается в отсек фюзеляжа вперёд по полёту. В убранном положении стойка опоры фиксируется замком убранного положения. Роль замка выпущенного положения выполняет замок складывающегося подкоса. Нормальная уборка и выпуск опоры осуществляются гидравлической системой. Аварийный выпуск обеспечивается опусканием опоры под действием собственного веса и доведением ее до фиксированного положения встречным потоком воздуха. Створки отсека передней опоры открываются при выпуске или уборке опоры тягами, связанными со стойкой опоры. Передняя створка после выпуска опоры закрывается, задняя остается открытой.

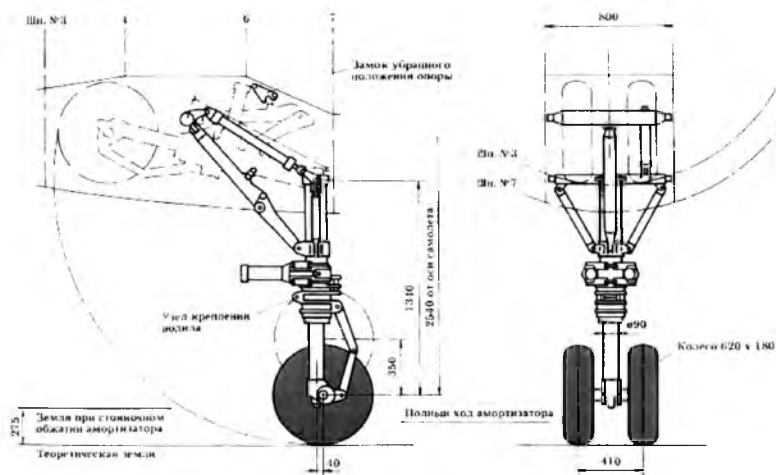


Рис. 1.9. Передняя опора шасси самолета

Каждая основная опора шасси (рис. 1.10) выполнена в виде фермы с масляно-пневматическим амортизатором. Колеса основных опор оснащены дисковыми тормозами. Стойки опор убираются в отсеки гондол двигателей вперед по полету. В убранном и выпущенном положениях стойки опор фиксируются замками убранного и выпущенного положения. Нормальная уборка и выпуск опор осуществляются гидравлической системой. Аварийный выпуск обеспечивается опусканием опоры под действием собственного веса и доведением ее до фиксированного положения встречным потоком воздуха. Створки отсеков основных опор механически связаны со стойкой и открываются только в момент уборки или выпуска опоры.

В каждой гондоле установлен турбовинтовой двигатель (3) с шестилопастным малощумным винтом (2). Двигатель на амортизаторах крепится к подкосам двумя передними и задними узлами. Кроме двигателя, в гондоле размещены основная опора шасси и агрегаты гидравлической, топливной и пожарной систем. Двигательные установки взаимозаменяемы.

Компоновка гондол выполнена одинаково как слева, так и справа, за исключением мест подвода коммуникаций из носка крыла. Для повышения пожарной защиты двигательной установки гондола разделена противопожарными перегородками (10) на четыре отсека: двигателя, удлинительной трубы, основной опоры шасси и с агрегатами. Все коммуникации, проходящие через противопожарные перегородки, герметизированы. Для предотвращения образования взрывоопасной концентрации паров горюче-смазочных материалов (ГСМ) все отсеки гондол вентилируются воздухом, поступающим из атмосферы.

Двигатели крепятся к носовой силовой части мотогондолы посредством регулируемых по длине подкосов и закрываются двумя большими капотными створками. Мотогондолы крепятся к поясам лонжеронов по верхней и нижней дужкам крыла с помощью силовых фитингов и обводных угольников.

В нижней части мотогондолы расположены большие и малые створки, служащие для выпуска основных ног шасси. Воздухозаборник и обтекатель втулки винта крепятся непосредственно к двигателю и создают плавные, обтекаемые контуры. Вся поверхность гондолы имеет сложную форму поверхности двойной кривизны.

Материалом для мотогондолы служат дюралюминиевые сплавы типа Д16АТВ и 1163. Противопожарные перегородки и выхлопная труба выполнены из титановых сплавов.

1.3. Конструктивно-технологическая характеристика и функциональные свойства систем самолета

В конструкции самолёта и его системах реализованы новейшие научно-технические достижения. Устанавливаемый на самолёт цифровой пилотажно-навигационный комплекс ЦПНК-114 обеспечивает автоматизированное и ручное самолётовождение по оборудованным и мало оборудованным трассам местных воздушных линий в любое время суток и года, а также заход на посадку в условиях метеорологического минимума 1 и 2 категории ИКАО.

Управление самолетом по тангажу осуществляется двумя секциями руля высоты (РВ) (рис. 1.12), одна из которых находится на левой половине стабилизатора, другая – на правой половине.

Каждая секция РВ соединена с одной из колонок штурвала проводкой, состоящей из качалок и жестких тяг. Обе проводки соединены между собой. В соединении имеется устройство (14), которое разъединяет проводки в случае заклинивания одной из них. В каждой проводке установлен механизм (3), изменяющий передаточное отношение усилий от штурвальной колонки к РВ. Управление отклонением РВ может осуществляться в ручном режиме или ав-

томатически по сигналам системы ВСУПТ. Исполнительным приводом системы ВСУПТ является одноканальный электромеханический привод (15), подключенный к одной из проводок.

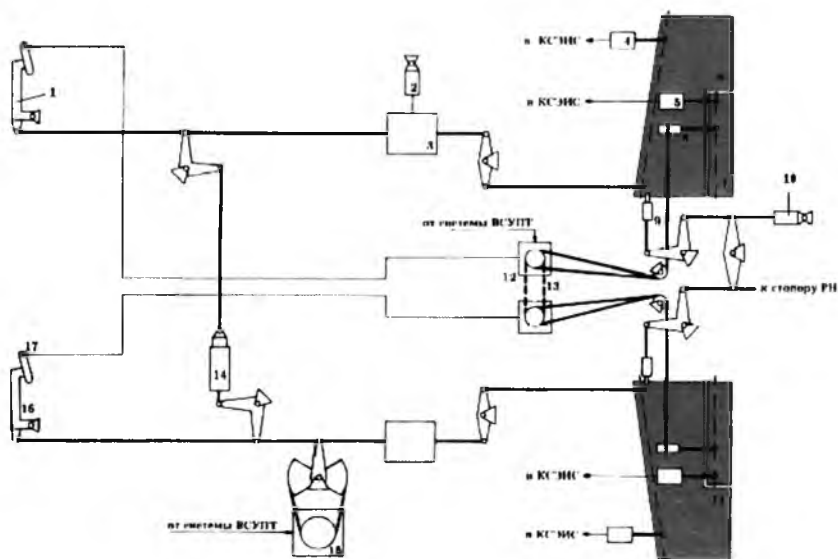


Рис. 1.12. Система управления самолетом — руль высоты:

- 1 — колонка штурвала правого пилота; 2 — загрузочная пружина; 3 — механизм изменения передаточного отношения от штурвальной колонки к РВ; 4 — датчик положения руля высоты; 5 — датчик положения триммера РВ; 6 — правая секция РВ; 7 — триммер правой секции РВ; 8 — винтовой механизм; 9 — механизм стопорения РВ; 10 — электромеханизм стопорения РН и РВ; 11 — левая секция РВ; 12 — двоиный электромеханический привод триммера РВ; 13 — цепная передача; 14 — устройство разъединения проводок управления; 15 — одноканальный электромеханический привод отклонения РВ; 16 — колонка штурвала левого пилота; 17 — переключатель управления триммером

Для балансировки по тангажу на секциях РВ установлены триммеры, имеющие ручной и автоматический режим управления. Автоматическое управление триммерами осуществляется с помощью двоиного электропривода (12) по сигналам системы ВСУПТ.

Для фиксации положения РВ на стоянке используется электромеханизм стопорения РВ и РН (10).

Максимальные углы отклонений: РВ — вверх 25° , вниз 15° ; триммер — вверх 15° , вниз 7° .

Управление самолетом по курсу осуществляется односекционным рулем направления (РН) (рис. 1.13), размещенным на киле. От педалей обоих пилотов до РН проложена единая проводка, выполненная из жестких тяг. Для ограничения углов поворота РН на крейсерских режимах полета в проводке управле-

ния установлен механизм с электроприводом (10), ограничивающий отклонение РН до угла $+7^{\circ}$. Управление отклонением РН может осуществляться в ручном режиме или автоматически по сигналам системы ВСУПГ. Исполнительный привод системы ВСУПГ (2) такой же, как и в системе управления РВ.

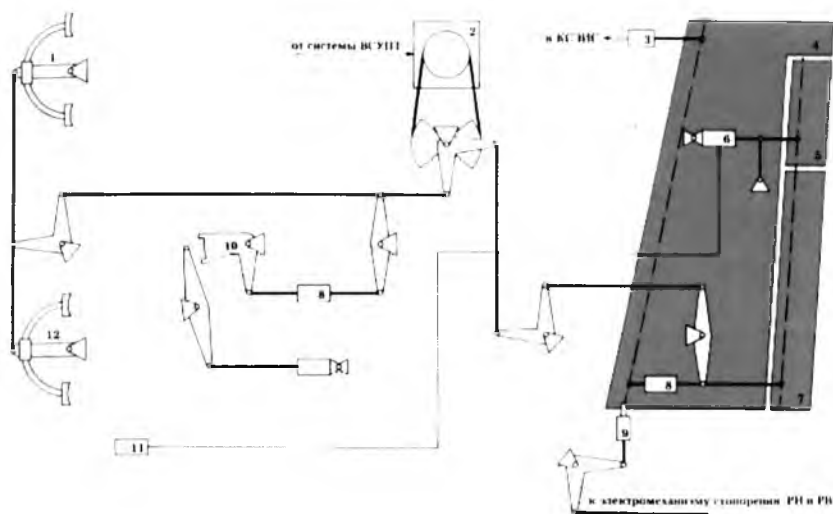


Рис. 1.13. Система управления самолетом — руль направления:

1 — педали правого пилота; 2 — одноканальный электропривод отклонения РН; 3 — датчик положения РН; 4 — руль направления; 5 — триммер РН; 6 — электропривод триммера РН; 7 — сервокомпенсатор; 8 — пружинная стойка; 9 — механизм стопорения РН; 10 — механизм ограничения отклонения РН; 11 — переключатель управления триммером; 12 — педали левого пилота

Для обеспечения на педалях нормируемых усилий руль направления имеет сервокомпенсатор, соединенный с ним пружинной стойкой, а для балансировки по курсу на РН установлен триммер, получающий электросигналы на отклонение в ручном режиме. Для фиксации положения РН на стоянке используется электропривод стопорения РВ и РН.

Максимальные углы отклонений: РН — $\pm 25^{\circ}$; сервокомпенсатор — $\pm 20^{\circ}$; триммер — $\pm 12^{\circ}$.

Управление самолетом по крену осуществляется элеронами (рис. 1.14). Элероны размещены на правой и левой ОЧК. Каждый элерон соединен с одним из штурвалов проводкой, состоящей из качалок и жестких тяг. Проводки, идущие от правого и левого штурвалов, соединяются в зоне центроплана, и в этом соединении установлено устройство (5), позволяющее разъединить проводки в

случае заклинивания одной из них. Управление отклонением элеронов может осуществляться в ручном режиме или автоматически по сигналам системы ВСУПТ. Исполнительный привод системы ВСУПТ такой же, как и в системе управления РВ.

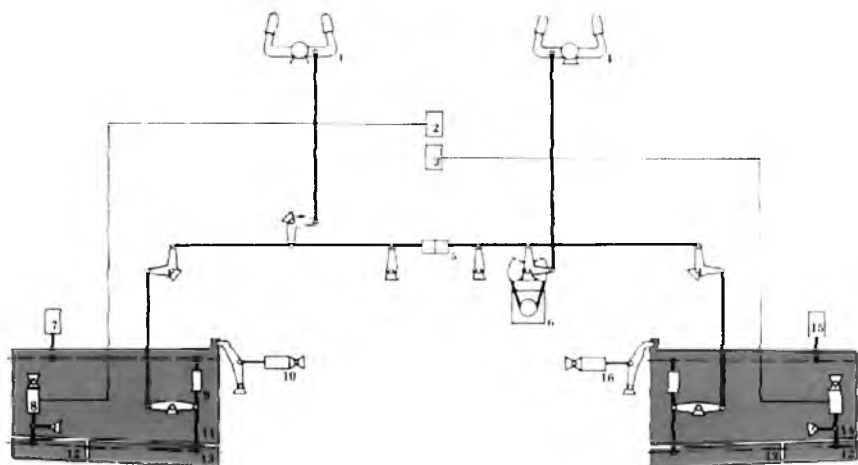


Рис. 1.14. Система управления самолетом по крену:

1 – штурвал левого пилота; 2 – переключатель управления триммером левого элерона; 3 – переключатель управления триммером правого элерона; 4 – штурвал правого пилота; 5 – устройство разъединения проводов; 6 – одноканальный электромеханический привод отклонения элеронов; 7 – датчик положения левого элерона; 8 – электромеханизм триммера; 9 – пружинная стойка; 10 – электромеханизм стопора левого элерона; 11 – левый элерон; 12 – триммер; 13 – сервокомпенсатор; 14 – правый элерон; 15 – датчик положения правого элерона; 16 – электромеханизм стопора правого элерона

Для обеспечения на штурвалах нормируемых усилий каждый элерон имеет сервокомпенсатор, соединенный с ним через пружинную стойку, а для балансировки по крену на каждом элероне установлен триммер, получающий электросигналы на отклонение в ручном режиме. Каждый элерон имеет электромеханизм стопорения (16) для фиксации положения на стоянке.

Максимальные углы отклонений: элерон – вверх 25° , вниз 17° ; сервокомпенсатор – вверх 25° , вниз $\pm 10^\circ$.

Для парирования крена самолета при отказе двигателя на взлете или при уходе на второй круг в конструкции самолета предусмотрены интерцепторы (рис. 1.15). Система управления интерцепторами дистанционная и одноканальная. В качестве исполнительных механизмов используются гидроцилиндры со встроенными механическими замками убранного положения (5). При отказе одного двигателя, работе другого двигателя на взлетном режиме и при увели-

чении крена до 15^0 происходит автоматический выпуск интерцептора со стороны работающего двигателя на угол 40^0 . Интерцептор автоматически убирается при уменьшении крена или при переводе работающего двигателя на номинальный режим. Отклоненный интерцептор можно убрать управляя вручную.

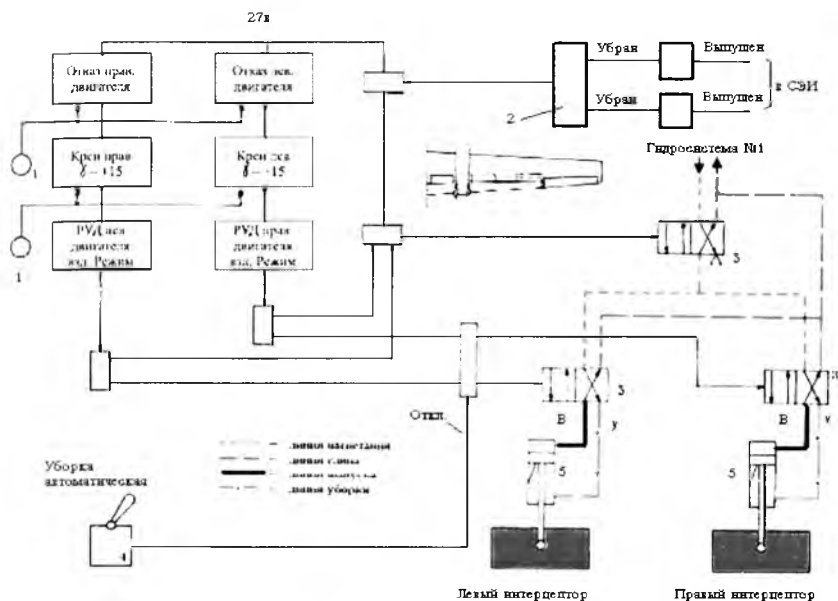


Рис. 1.15. Система парирования крена самолета при отказе двигателя:

- 1 — кнопка контроля системы; 2 — логический элемент; 3 — электрогидравлический кран;
4 — переключатель ручной уборки интерцептором; 5 — гидроцилиндр управления интерцепторами с механическими замками убранного положения

Взлетно-посадочная механизация самолета — закрылки. Закрылки двухщелевые с фиксированным дефлектором состоят из двух секций, расположенных на правой и левой ОЧК (рис. 1.16). Система управления закрылками дистанционная и электрогидравлическая с гидроприводом вращательного типа (15). Гидропривод с помощью винтовых механизмов (20) перемещения закрылков обеспечивает их установку в четырёх положениях: 0^0 , 10^0 , 20^0 , 40^0 . Для обеспечения безопасности полёта система управления закрылками, включая гидропривод, выполнена двухканальной (дублированной). Каждый канал системы управления закрылками получает питание — электрической и гидравлической энергией от независимых источников. Нормальный режим предусматривает одновременную работу двух каналов. При отказе одного канала управления исправный канал обеспечивает управление закрылками в полном диапазоне углов отклонения, но с уменьшенной в два раза скоростью.

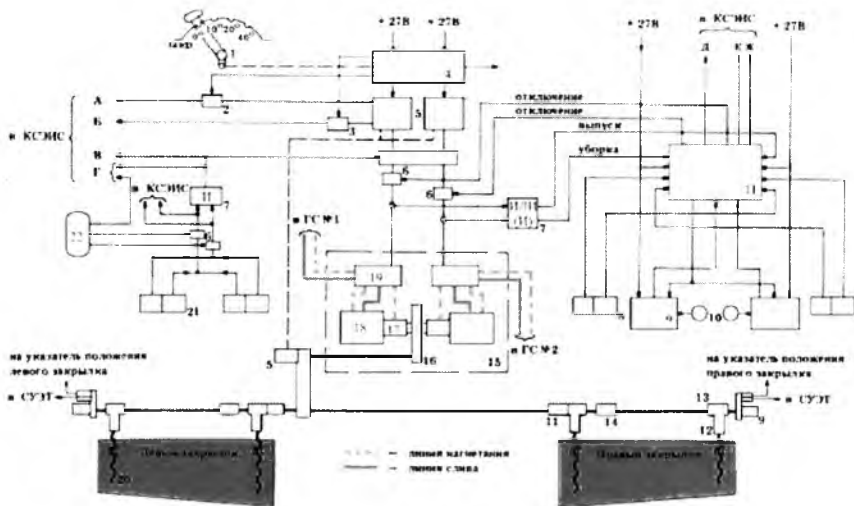


Рис. 1.16. Система управления закрылками:

- 1 – ручка управления закрылками; 2 – блокировка по положению РУД «ВЗЛЕТНЫЙ РЕЖИМ»; 3 – блокировка по положению ручки управления =О; 4 – блок задающий; 5 – механизм концевых выключателей; 6 – блокирующее рыле; 7 – логический элемент; 8 – блок резисторов; 9 – тормоз электромеханический; 10 – переключатель растормаживания тормозов; 11 – блок управления тормозами; 12 – угловой редуктор; 13 – датчик положения закрылков; 14 – муфта ограничения моментов; 15 – гидропривод управления закрылками; 16 – дифференциальный редуктор; 17 – гидротормоз; 18 – гидромотор; 19 – головка управления; 20 – винтовой механизм; 21 – концевой выключатель муфты ограничения момента закрылка; 22 – кнопки контроля муфт ограничения моментов закрылков

Сигналы:

- А – ЗАКРЫЛКИ НЕ ВЫПУЩЕНЫ (перед взлётом);
Б – ЗАКРЫЛКИ НЕ УБРАНЫ;
В – ЗАКРЫЛКИ ОСТАНОВЛЕНЫ;
Г – ПРОВЕРКА МУФТ ЗАКРЫЛКОВ. ИСПРАВНО/НЕИСПРАВНО;
Д – ЗАКРЫЛКИ РАССОГЛАСОВАНЫ;
Е – ЗАКРЫЛКИ-ТОРМОЗ ТРАНСМИССИИ ЛЕВЫЙ ВКЛЮЧЕН;
Ж – ЗАКРЫЛКИ-ТОРМОЗ ТРАНСМИССИИ ПРАВЫЙ ВКЛЮЧЕН.

Взлетно-посадочная механизация самолета – тормозные щитки. Тормозные щитки предназначены для сокращения посадочной дистанции (рис. 1.17). Четыре секции тормозных щитков размещены попарно на левой и правой ОЧК. Система управления тормозными щитками дистанционная, электрогидравлическая и одноканальная. В качестве исполнительных механизмов используются гидроцилиндры (7) со встроенными механическими замками убранного положения. Тормозные щитки отклоняются на угол 45° и управляются переключателями, установленными на центральном пульте (2).

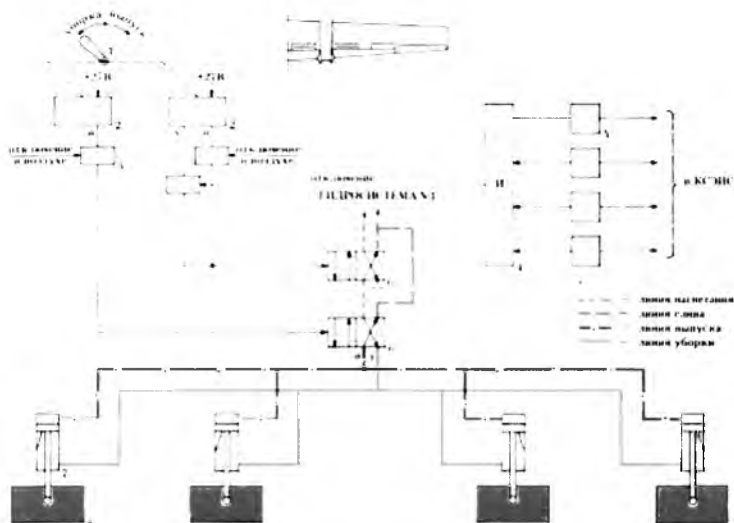


Рис. 1.17: 1 – ручка уборки и выпуска тормозных щитков; 2 – переключатель управления тормозных щитков; 3 – блокирующее реле; 4 – логический элемент; 5 – концевой выключатель положения тормозного щитка; 6 – электрогидравлический кран; 7 – гидроцилиндр управления тормозным щитком с механическим замком убранного положения; 8 – тормозной

Топливная система. Топливо на самолете размещается в двух баках-кессонах, расположенных в правой и левой ОЧК (рис. 1.18). Каждый бак имеет расходный (16) и предрасходный отсеки. В нормальных условиях полета каждый двигатель получает топливо из расходного отсека своего бака при помощи двух насосов подкачки (15), один из которых имеет стакан отрицательных перегрузок. Перекачка топлива из бака в предрасходный, а затем и в расходный отсек осуществляется двумя струйными насосами (9 и 11). Кран кольцевания (18) позволяет соединить баки и обеспечить подкачку топлива к двигателям из расходного отсека любого бака. Подкачка топлива к ВСУ осуществляется автономным насосом (5). На отдельных режимах полета (до $H=6000$ м) возможна выработка топлива самотеком, без использования подкачивающих и струйных насосов. В топливных баках установлены датчики топливомера и сигнализаторы уровня топлива для контроля запаса топлива на самолете.

Топливные баки заправляются топливом под давлением через одну заправочную горловину (24). Предусмотрена также заправка баков топливом через верхние заливочные горловины (12). Слив топлива из баков на земле производится насосами подкачки (15) через сливные краны (20) в гондолах двигателей. В нижней части баков установлены нажимные краны для слива конденсата.

Каждый бак-кессон имеет свой дренажный бак (31), связанный с атмосферой. Топливо, попавшее в дренажный бак, через обратные клапаны (28) самотеком переливается обратно в бак-кессон.

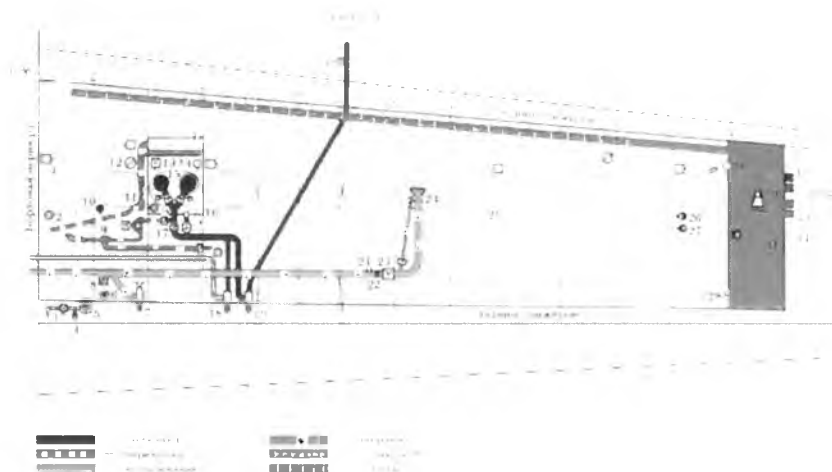


Рис. 1.18. Топливная система самолета:

- 1 – датчик топливомера; 2 – нажимной кран слива конденсата; 3 – электрокран подачи топлива к ВСУ; 4 – сигнализатор давления; 5 – насос подачи топлива к ВСУ; 6 – датчик температуры топлива; 7 – электрокран заправки; 8 – пружинный клапан; 9 – струйный насос для перекачки топлива из внешней части бака; 10 – сигнализатор уровня (остаток топлива в предрасходном отсеке); 11 – струйный насос перекачки топлива в расходный отсек; 12 – заливочная горловина; 13 – датчик топливомера с компенсатором; 14 – сигнализатор уровня (начало выработки топлива из расходного отсека); 15 – насосы подкачки топлива; 16 – расходный отдел; 17 – обратный клапан; 18 – электрокран кольцевания; 19 – перекрывной электроклапан; 20 – кран слива топлива насосами подкачки на земле; 21 – отверстие для слива топлива из трубопровода заправки; 22 – дроссель для ограничения скорости заправки; 23 – обратный клапан с пружиной; 24 – заправочный штуцер; 25 – люк-лаз на нижней поверхности крыла; 26 – сигнализатор максимального уровня топлива при заправке; 27 – сигнализатор предельного уровня топлива при заправке (закрывает кран заправки); 28 – обратный клапан слива топлива из дренажного бака; 29 – поплавковый клапан дренажа; 30 – заборник дренажа; 31 – дренажный бак; 32 – вакуумные клапаны; 33 – предохранительные клапаны; 34 – слив конденсата из негерметичной части крыла

Пожарная система. Системы пожаротушения под капотами гондол двигателей и в отсеке ВСУ выполнены автономными (рис. 1.19). Каждая система имеет две очереди пожаротушения. Первая очередь срабатывает автоматически и дублируется ручным включением, вторая очередь включается вручную. При посадке с убраным шасси предусмотрено автоматическое включение всех систем пожаротушения. Для сигнализации перегрева и пожара в подкапотных пространствах гондол двигателей и в отсеке ВСУ применена система ССПП.

В багажно-грузовых отсеках установлены сигнализаторы дыма (3) и линейные датчики (4) температуры. Для пожаротушения в этих отсеках используются ручные переносные огнетушители с хладоном (1) и водостилеогликолевой смесью (2).

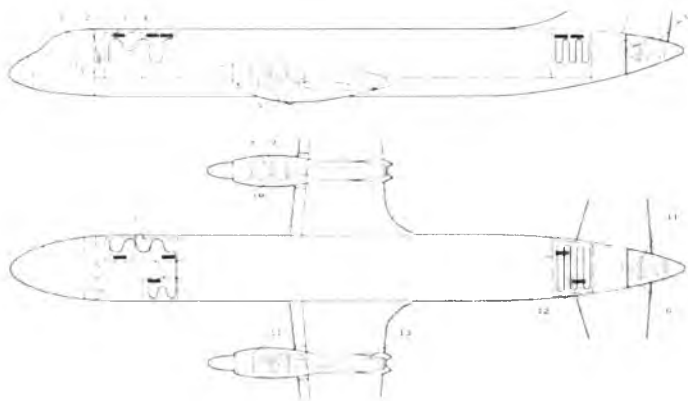


Рис. 1.19. Пожарная система самолета:

1 – переносной огнетушитель с хладоном 12В; 2 – переносной огнетушитель с водозистенгликолевой смесью; 3 – датчик сигнализации дыма; 4 – линейный датчик системы сигнализации о пожаре; 5 – механизм аварийного включения систем пожаротушения; 6 – противопожарная перегородка; 7 – багажник № 1; 8 – датчик перегрева; 9 – датчик пожара; 10 – огнетушитель с хладоном 12В; 11 – распылительный коллектор; 12 – багажник № 2; 13 – защитный огнестойкий кожух

Гидравлическая система (рис. 1.20) состоит из двух автономных и одновременно работающих систем № 1 и 2. В качестве рабочей жидкости в системах используется взрывопожаробезопасная гидрожидкость НГЖ-4. Обе системы обеспечивают номинальное рабочее давление 21 МПа (210 кгс/см).

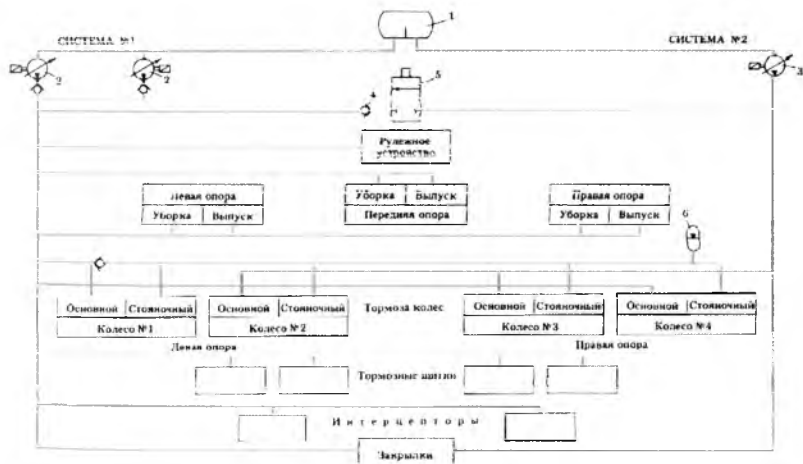


Рис. 1.20. Гидравлическая система самолета:

1 – гидробак; 2 – насосная станция системы №1; 3 – насосная станция системы №2; 4 – обратный клапан; 5 – соединительный кран; 6 – гидроаккумулятор

Насосные станции (2 и 3) обеих систем работают только на этапах наземного движения самолета (руление, разбег и пробег), а также в воздухе на этапах взлета и посадки для управления уборкой (выпуском) шасси и механизации крыла. В крейсерском полете насосные станции отключаются.

Гидравлическая система самолета обеспечивает:

- уборку и выпуск шасси;
- торможение колес основных опор шасси;
- управление поворотом колес передней опоры шасси;
- управление закрылками;
- управление интерцепторами;
- управление тормозными щитками.

Гидравлическая система (источники давления). Источники давления обеих систем идентичны (рис. 1.21). Давление в автономных системах создается электрическими насосными станциями (НС) с гидронасосами переменной подачи (12). В системе №1 установлены две НС, в системе №2 – одна. Управление насосными станциями осуществляется вручную. Одна из НС системы №1 наряду с ручным управлением имеет и автоматический режим работы (только во время уборки шасси). Гидросистема имеет двухсекционный гидробак (10), в котором находится запас гидрожидкости обеих систем.

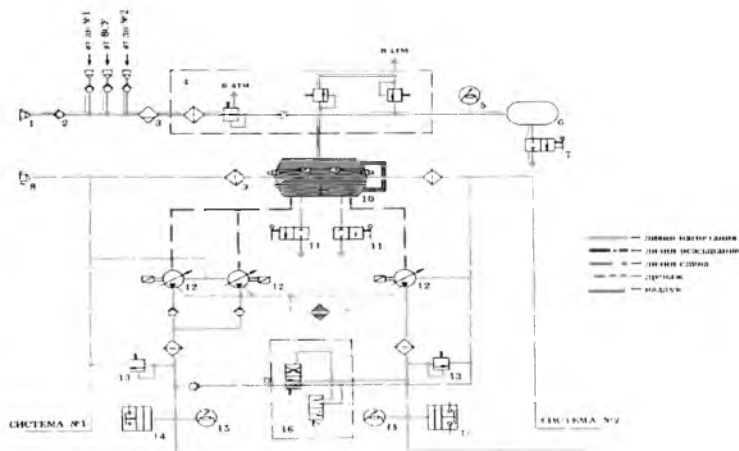


Рис. 1.21. Источники давления гидравлической системы:

- 1 – бортовой штуцер надува; 2 – обратный клапан; 3 – отстойник; 4 – агрегат надува;
 5 – датчик давления надува; 6 – дренажный бак; 7 – стравливающий клапан;
 8 – заправочный штуцер; 9 – фильтр; 10 – гидробак; 11 – кран слива; 12 – насосная станция;
 13 – предохранительный клапан; 14 – сигнализатор давления; 15 – датчик давления гидрожидкости; 16 – соединительный кран

Линии нагнетания двух систем соединены между собой краном (16) с электродистанционным управлением для подключения НС системы №2 к системе №1, которое осуществляется автоматически только во время уборки шасси.

Для подключения наземной гидроустановки с целью создания давления в гидросистеме, а также для заправки гидросистемы гидроджидкостью в системе №1 имеются бортовые клапаны всасывания и нагнетания.

Противообледенительная система (ПОС). Для обеспечения полетов в условиях обледенения самолет оборудован противообледенительной защитой, состоящей из четырех автономных систем.

ПОС (рис. 1.22) планера электротепловая, циклическая, с постоянно действующим тепловым ножом. ПОС разделена на две подсистемы. Первая (6) защищает наиболее ответственные элементы планера: стабилизатор и внешние участки крыла в зоне элеронов (защита этих поверхностей обеспечивается даже в случае отказа двигателя или генератора). Вторая подсистема (5) защищает киль и части в зоне гондол двигателей (защита этих поверхностей отключается при отказе двигателя или генератора).

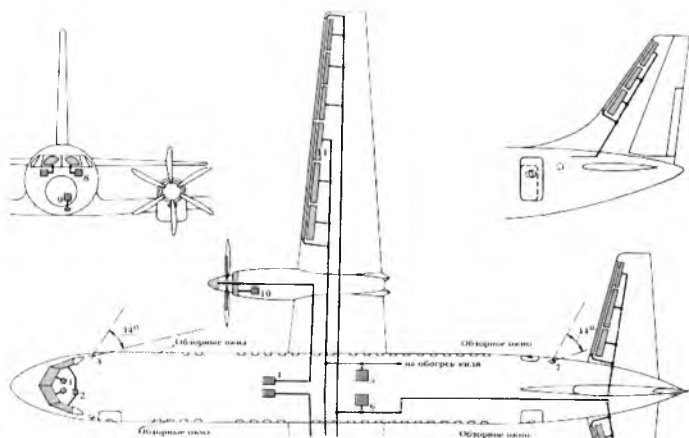


Рис. 1.22. Противообледенительная система самолета:

1 – электротепловая ПОС двух передних стекол кабины экипажа; 2 – электротепловая ПОС двух форточек; 3 – фара подсвета гондолы двигателя и крыла; 4 – электротепловая циклическая ПОС лопастей и обтекателя воздушного винта; 5 – электротепловая циклическая ПОС внутренней части носка крыла и киля; 6 – электротепловая циклическая ПОС внешней части носка крыла и стабилизатора; 7 – фара подсвета стабилизатора; 8 – электрохимический стеклоочиститель; 9 – система сигнализации обледенения и автоматического управления противообледенителями; 10 – воздушно-тепловая ПОС воздухозаборника двигателя; 11 – секция электронагревателей

ПОС лопастей и обтекателя воздушного винта (4) электротепловая, циклического действия.

ПОС передних стекол и форточек кабины (1 и 2) электротепловая.

ПОС воздухозаборников гондол двигателей (10) воздушно-тепловая, использующая горячий воздух от работающих двигателей.

На самолете имеется система сигнализации обледенения и автоматическое управление противообледенительными системами. Предусмотрено также ручное включение систем.

Система кондиционирования воздуха. Система кондиционирования воздуха (СКВ) предназначена для подачи кондиционированного воздуха в герметичную кабину и поддержания в ней заданной температуры.

СКВ состоит из двух одинаковых параллельно работающих и соединённых между собой подсистем (рис. 1.23).

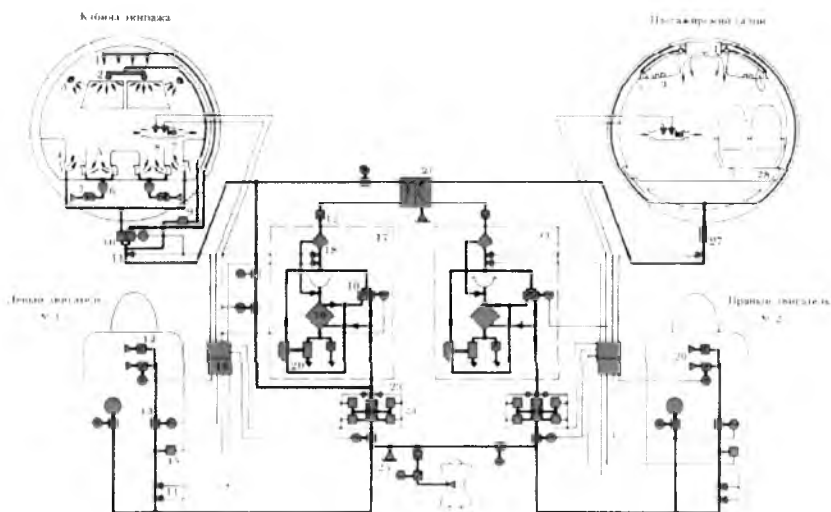


Рис. 1.23. Система кондиционирования воздуха в самолете:

- 1 – вентиляционный короб; 2 – обдув передних стекол; 3 – индивидуальный вентилятор;
- 4 – решетка выхода теплого воздуха; 5 – коробка обогрева ног экипажа;
- 6 – электронагреватель; 7 – вентилятор; 8 – приемник температуры; 9 – заслонка ручная;
- 10 – двухканальный блок заслонок; 11 – датчик температуры; 12 – обратный клапан;
- 13 – заслонка; 14 – стартер; 15 – датчик давления; 16 – блок управления системой;
- 17 – холодильная установка № 1; 18 – водоотделитель; 19 – воздуховоздушный теплообменник;
- 20 – турбохолодильник; 21 – коллектор воздуха; 22 – холодильная установка № 2;
- 23 – датчик расхода; 24 – датчик перепада давления; 25 – штуцер для запуска двигателей;
- 26 – ВСУ; 27 – гаситель шума; 28 – решетка удаления теплого воздуха из салона; 29 – отбор теплого воздуха от двигателя

Сжатый воздух отбирается от правого и левого двигателей самолёта. В СКВ принята система двухступенчатого отбора воздуха от двигателя: от осевой ступени и за компрессором. Горячий воздух от двигателей поступает в холодильные установки (17 и 22) и далее в коллектор (21). Температура воздуха регулируется автоматически с помощью двухканального блока заслонок (10). Регулирование температуры воздуха в пассажирском салоне и кабине экипажа осуществляется раздельно. Правая подсистема подает весь воздух в

пассажирский салон, левая – в кабину экипажа и частично в пассажирский салон. При отказе любой из двух подсистем (а также при отказе одного двигателя) работающая система будет подавать воздух в пассажирский салон и кабину экипажа.

Воздух в кабину экипажа подается с уровня пола или потолочных панелей. Переключение уровней подачи воздуха автоматическое. При температуре подаваемого воздуха $+35^{\circ}\text{C}$ и выше – с нижнего уровня, при температуре подаваемого воздуха ниже $+35^{\circ}\text{C}$ – с верхнего. В пассажирский салон воздух подается только с верхнего уровня.

Предусмотрена индивидуальная вентиляция для пассажиров и экипажа с помощью электровентиляторов.

Система регулирования давления. Система автоматического регулирования давления воздуха (САРД) (рис. 1.24) предназначена для обеспечения необходимого давления в герметичной кабине. Регулирование давления производится сбросом избытка воздуха из кабины в атмосферу через выпускные клапаны.

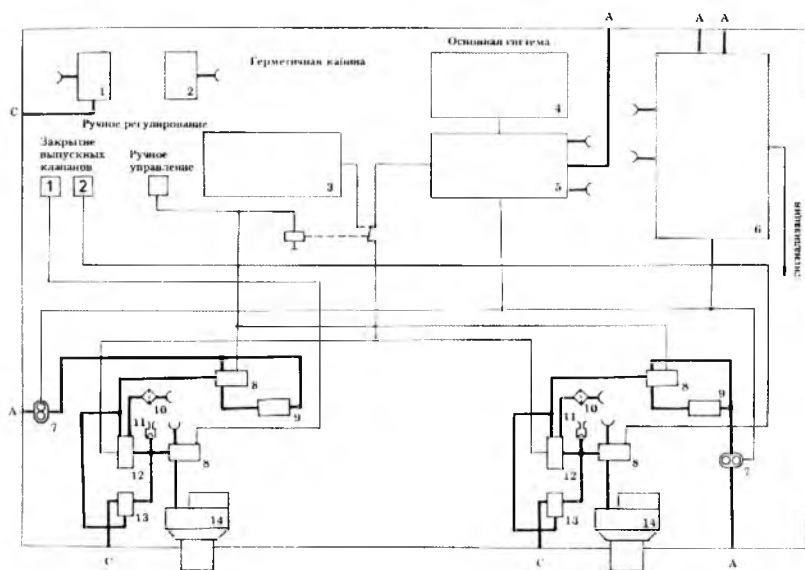


Рис. 1.24. Система регулирования давления:

- 1 – указатель высоты и перепада давления; 2 – вариометр ВР-ЗОПБ (кабинный);
 3 – датчик ручного управления; 4 – датчик; 5 – командный прибор; 6 – блок датчиков и сигнализаторов давления; 7 – вакуумный насос; 8 – электроклапан переключения;
 9 – клапан предохранительный; 10 – фильтр; 11 – обратный клапан; 12 – электроинверт-образователь; 13 – предохранительное устройство; 14 – выпускной клапан

САРД состоит из основной и дублирующей систем. Основная система автоматически поддерживает давление в герметичной кабине в соответствии с

заданной программой. Переключение на дублирующую систему, работающую в ручном режиме, осуществляется экипажем при понижении или повышении абсолютного давления в герметичной кабине или при повышенном перепаде давлений.

Кислородная система самолета. Кислородное оборудование самолета обеспечивает: защиту экипажа от кислородного голодания в случае нарушения герметичности кабины; защиту органов дыхания и зрения экипажа от воздействия дыма и токсичных газов в случае возникновения пожара; питание экипажа и пассажиров кислородом в терапевтических целях.

Кислородное оборудование состоит из стационарных и переносных кислородных баллонов, кислородных и дымозащитных масок, дымозащитных очков (рис. 1.25).

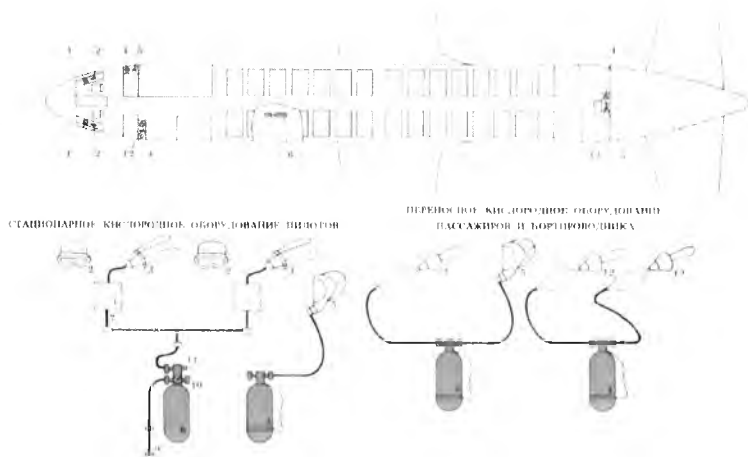


Рис. 1.25. Кислородная система самолета:

- 1 — блок кислородного оборудования; 2 — дымозащитные очки; 3 — маска кислородная для членов экипажа; 4 — блок кислородного питания (переносной); 5 — дымозащитная маска; 6 — блок кислородного питания (стационарный); 7 — кислородный планг; 8 — трубопровод; 9 — штуцер сброса; 10 — зарядный штуцер; 11 — индукционный датчик; 12 — маска кислородная для пассажиров

Электроснабжение. Система электроснабжения состоит из первичной системы переменного трехфазного тока напряжением 115/200 В с частотой 400 Гц и вторичной системы постоянного тока напряжением 27 В (рис. 1.26).

Первичная система состоит из двух независимых каналов. Источником электроэнергии в каждом канале является генератор переменного тока (10 и 11) с номинальной мощностью 40 кВт, установленный на двигателе. В нормальном режиме каждый генератор обеспечивает электроэнергией свой канал. При отказе одного из генераторов его канал автоматически получает электропитание от генератора другого канала. Дополнительным генератором пере-

менного трехфазного тока служит генератор (15) мощностью 16 кВт, установленный на ВСУ.

Вторичная система электроснабжения состоит из трех независимых подсистем (левой, правой и хвостовой). Источниками электроэнергии в каждой из этих подсистем являются выпрямительные устройства (ВУ) (6, 7 и 12), кроме того, в левой и хвостовой подсистемах установлены аккумуляторные батареи (2 и 14), работающие параллельно в ВУ этих подсистем. В случае отказа ВУ левого или правого борта эти подсистемы могут быть объединены нажатием соответствующего выключателя.

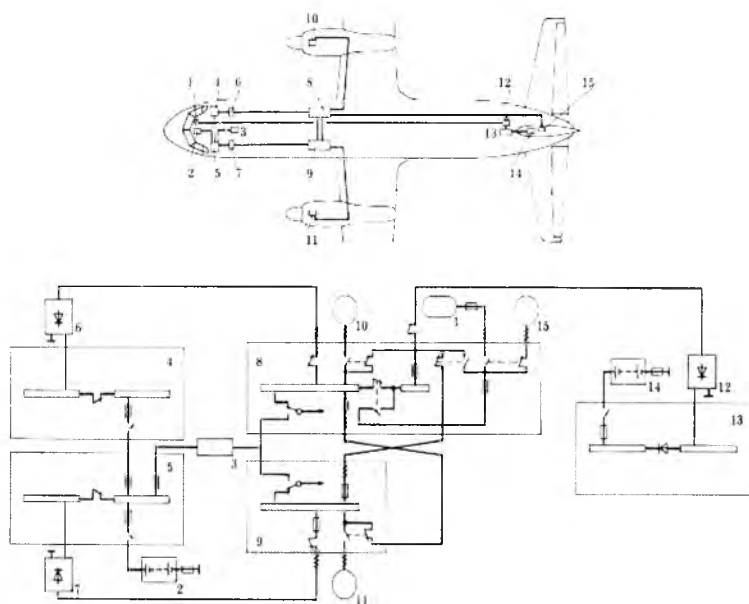


Рис. 1.26. Система электроснабжения самолета:

- 1 – ШРАП; 2 – аккумулятор (АК1); 3 – преобразователь однофазный статический (ПОС);
 4 – ЦРУ постоянного тока (правое); 5 – ЦРУ постоянного тока (левое); 6 – выпрямительное устройство (ВУ2); 7 – выпрямительное устройство (ВУ1); 8 – ЦРУ переменного тока (правое); 9 – ЦРУ переменного тока (левое); 10 – генератор (Г2); 11 – генератор (Г1);
 12 – выпрямительное устройство (ВУ3); 13 – хвостовое РУ постоянного тока;
 14 – аккумулятор (АК2); 15 – генератор ВСУ

Аварийно-спасательное оборудование. Аварийно-спасательные средства рассчитаны на эвакуацию в случае необходимости до 60 пассажиров и членов экипажа в течение 90 секунд. В состав аварийно-спасательных средств входят три надувных трапа, установленных на каждой из дверей; два каната, установленных над каждой форгочкой фонаря кабины экипажа; две аварийные радио-

станции УКВ диапазона; аварийный автоматический радиобуй для радиосвязи с поисковыми службами; две упаковки аварийных запасов для жизнеобеспечения в лагерном пребывании; медицинские аптечки, электромегафон, ручные огнетушители, аварийный топор. В случае полетов над водными пространствами на самолете дополнительно устанавливаются надувные спасательные плоты с аварийным запасом и надувные спасательные жилеты (рис.1.27).

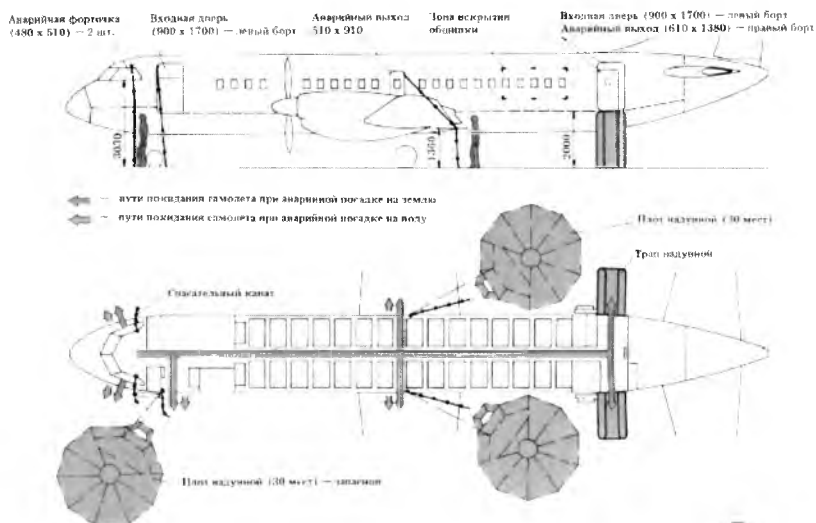


Рис. 1.27. Аварийно-спасательное оборудование

Бытовое оборудование самолета. Интерьер пассажирского салона определяют оконные и потолочные панели светлых тонов с многоместным освещением. Вдоль салона, над комфортабельными пассажирскими креслами, размещены вместительные багажные полки с вмонтированными индивидуальными сервисными панелями пассажиров.

В пассажирском салоне расположены буфетные, гардеробные и туалетные модули, количество которых зависит от вариантов компоновки. В каждом буфетном модуле расположены два контейнера бортпроводника. Туалетный модуль, оснащенный унифицированным санитарно-техническим оборудованием, а пол и внутренние стенки которого изготовлены из материалов, стойких к воздействию, влаги и моющих средств, представляет собой автономный модуль без стыков, что исключает попадание влаги на соседние элементы конструкции.

Двигатель самолета. Трехвальтовый турбовинтовой двигатель со свободной турбиной состоит из двух центробежных компрессоров, противоточной кольцевой камеры сгорания (рис. 1.30).

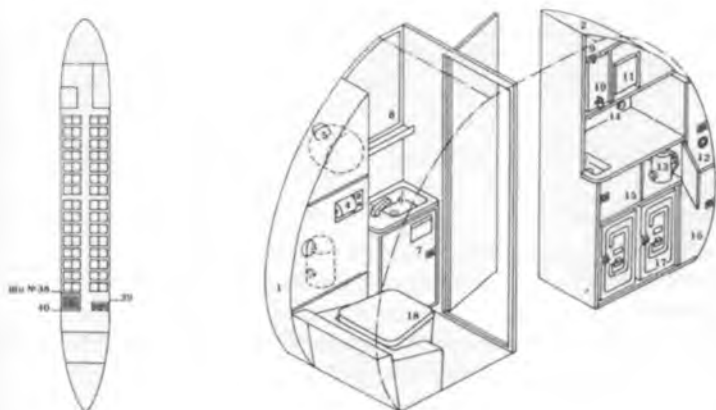


Рис. 1.28: 1 – туалет; 2 – буфетная стойка; 3 – подогреватель воды; 4 – держатель туалетной бумаги; 5 – бак для воды; 6 – умывальник с краном-смесителем нажимного типа; 7 – мусоросборник; 8 – зеркало; 9 – электрощиток; 10 – термос; 11 – магнитофон; 12 – место для аптечки; 13 – электрокружка; 14 – электророзетка; 15 – место установки водосборника; 16 – место установки электромегафона; 17 – контейнер бортпроводников (2 шт.); 18 – унитаз

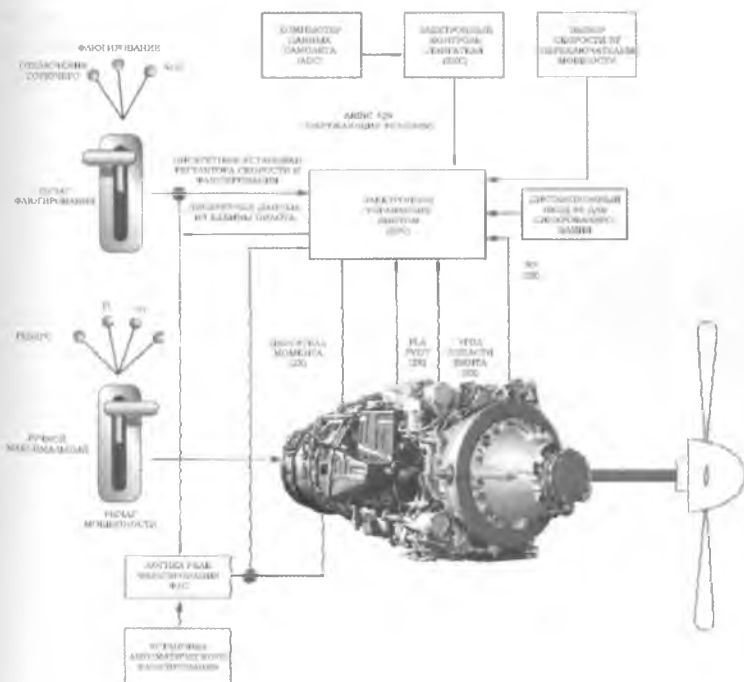


Рис. 1.30. Двигатель самолета

Роторы компрессоров приводятся во вращение двумя осевыми одноступенчатыми турбинами. Свободная турбина осевая двухступенчатая. Турбины компрессоров и свободная турбина связаны между собой только газодинамической связью. Система автоматического управления состоит из электронного, гидромеханического регуляторов и регулятора ограничения раскрутки воздушного винта. Редуктор планетарный, дифференциальный, замкнутого типа с измерителем крутящего момента. Двигатель оборудован системами регулирования подачи и обогрева топлива, системой зажигания без источника питания, регулятором ограничения раскрутки и стояночным тормозом воздушного винта.

Флюгерно-реверсный с изменяемым шагом воздушный винт состоит из корпуса, цилиндрической группы, лопастей из композиционного материала. Система управления воздушного винта и двигателя обеспечивает автоматическое поддержание постоянной частоты вращения, её заданное изменение, реверсирование тяги и флюгирование. Воздушный винт оборудован устройствами, обеспечивающими автоматическую или принудительную фиксацию положения лопастей. Передние кромки воздушного винта и обтекатель втулки винта оборудованы противообледенительной системой.

Авионика самолета. Комплекс авионики в основном состоит из вычислительной системы управления полетом и тягой ВСУПТ, вычислительной системы самолётовождения ВСС, комплексной системы электронной индикации КСЭИС, системы сбора и локализации отказов ССЛО, другого навигационного оборудования (рис. 1.31).

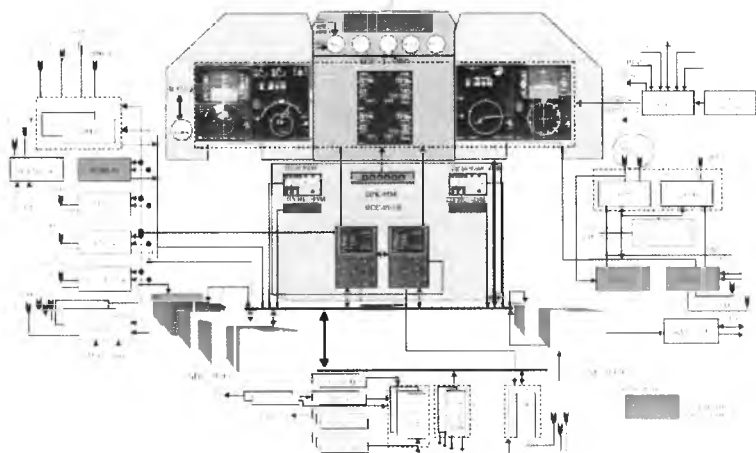


Рис. 1.31. Схема авионики самолета

Система ВСУПТ обеспечивает автоматическое управление полетом на маршруте, а также автоматический и директорный заход на посадку в условиях минимальных метеорологических условиях. Система дублирована.

Система ВСС связана со всеми системами, входящими в комплекс авионики, обеспечивает хранение в памяти всей поступающей в неё информации, а также выполняет все необходимые расчеты пилотажно-навигационных параметров. Система дублирована.

Система КСЭИС обеспечивает отображение на цветных мониторах всей необходимой пилотажной и навигационной информации, включая сигнализацию отказов навигационных систем. На отдельном экране отображаются параметры работы самолётных систем, сообщения о неисправностях.

Система ССЛЮ осуществляет сбор и хранение информации об обнаруженных отказах и выдачу этой информации при запросе.

Комплекс также включает радиосвязное оборудование, средства регистрации полётных данных.

Глава 2

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРЫ ДЛЯ ЗАПУСКА В ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЁТА ИЛ-114. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

2.1. Разработка директивных документов по подготовке производства

Запуск самолёта Ил-114 на предприятии начинался с приказа Генерального директора, в котором приведены основные направления организации работ по запуску изделия. Для запуска изделия был разработан комплексный график подготовки производства и изготовления первого изделия. График разрабатывается на основании директивных сроков изготовления изделия, сроков передачи чертежей от разработчика и включает в себя этапы технологической и плазовой проработки чертежей, проектирования и изготовления оснастки, обеспечения материалами и готовыми изделиями, изготовления заготовок, деталей и узлов, сборки агрегатов, монтажа и отработки систем, передачи изделия заказчику. Сроки в графике на крупные агрегаты и сборку изделия определяются на основании цикловых графиков и схемы сборки изделия, разработанных технологической службой предприятия. Параллельно с графиком на основании схемы сборки изделия в укрупнённой форме осуществляется распределение фронта работ по цехам (расцеховка изделия). В укрупнённой расцеховке определяется объём работ по цеху и участку, а также описывается изготовление отдельных отличающихся от предыдущих изделий элементов конструкции или новый технологический процесс. На основании разработанной схемы сборки изделия и укрупнённой расцеховки составляется укрупнённый перечень технологических комплектов (ТК) с присвоением порядковых номеров в разрезе цехов и участков при запуске чертежей в производство.

На основе комплексного графика и сроков, приведенных в нём, составляется подробный график проработки и запуска в производство чертежей изделия. Технологическая служба и цехи подготовки производства разрабатывают позиционные графики проектирования и изготовления оснастки. Планово-экономическая служба планирует изготовление заготовок, деталей, узлов и агрегатов, а также общую сборку и сдачу изделия.

Таким образом, в результате создания описанных документов появляется необходимая информация для планомерного и качественного развития процесса подготовки производства изделия.

2.2. Технологическая проработка чертежей изделия

Разработанные чертежи изделия перед запуском в производство проходят технологическую проработку, которая предусматривает распределение всей номенклатуры изделия между производственными подразделениями, опреде-

ление рациональных и согласованных межцеховых условий поставки на детали и сборочные единицы, необходимой оснастки, инструмента и сроков их изготовления, проработку конструкций на технологичность и т.д.

Изделия проходят проверку по многим параметрам. При наличии в чертежах изделия деталей, изготавливаемых из горячештампованных или литых заготовок, специалисты металлургической службы проводят анализ возможности изготовления указанных заготовок в цехах металлургического производства. В случае невозможности такого изготовления производится размещение этих заготовок на других специализированных предприятиях.

Если в состав изделия входят приборы, оборудование или другие изделия, не специфичные для предприятия, то такая номенклатура должна быть заранее проработана с предприятиями-поставщиками и со службой кооперированных поставок. На этапе технологической проработки указанная номенклатура закрепляется за службой кооперированных поставок записью в спецификации чертежа. В дальнейшем эта служба производит поставки на предприятие оговоренной выше номенклатуры. Чертежи изделия также проверяются на наличие в них новых для предприятия материалов и на потребность в значительном увеличении количества ранее применяемого материала. В случае обнаружения таких материалов необходимо предварительное согласование со службой материально-технического снабжения для своевременного заказа и поставки указанных материалов.

Технологическая проработка начинается с проработки номенклатурного состава деталей и сборочных единиц и их распределения между цехами-изготовителями и цехами-потребителями в зависимости от производственно-технологической характеристики цехов. На этом же этапе производится распределение номенклатуры деталей и сборочных единиц по технологическим комплексам (ТК) и по группам опережения (ГО) и создаётся перечень ТК и ГО. ТК включает в себя комплект деталей и узлов, необходимый для сборки технологически законченной конструкции узла или части агрегата изделия, собираемого на одном рабочем месте в отдельном приспособлении, стенде, стапеле или на внестапельной сборке. ГО – это цикл изготовления изделия от изготовления заготовки на деталь до выхода готового изделия с предприятия. Цикл этот условно делится на 12 групп опережения. Цифровое значение группы опережения определяется в зависимости от этапа сборки узла, агрегата и общей сборки изделия. Например:

- ГО 04-05 – узловая сборка в агрегатно-сборочном цехе для центроплана;
- ГО 05-06 – стапельная сборка центроплана, узловая сборка агрегатов фюзеляжа, крыла, хвостового оперения;
- ГО 07 – стапельная сборка агрегатов фюзеляжа, крыла, хвостового оперения;
- ГО 08 – внестапельная сборка агрегатов фюзеляжа, крыла, хвостового оперения;
- ГО 09 – стыковка агрегатов и монтаж систем в цехе предварительной сборки;

- ГО 10 – монтаж оборудования в цехе общей сборки;
- ГО 11 – наземное испытание самолёта;
- ГО 12 – аэродромное испытание и сдача самолёта.

ТК и ГО, закреплённые за номенклатурой деталей и сборочных единиц, записываются в спецификации сборочного чертежа. Перечень ТК и ГО является исходным документом при планировании календарных сроков изготовления и сдачи деталей и узлов цехам-потребителям, а также при планировании календарных сроков проектирования и изготовления оснастки. ТК и ГО позволяют обеспечить ритмичную работу службы подготовки производства и цехов основного производства.

Далее чертежи изделия прорабатываются на технологичность – соответствие конструкции существующим технологическим процессам; на технологическую и производственную возможность в осуществлении заданной конструкции; на технологическую оснащённость процесса изготовления заданной конструкции; на обеспечение процесса изготовления необходимым технологическим оборудованием. Разрабатываются технологические условия поставки сборочных единиц, деталей, определяется необходимая плазово-шаблонная оснастка. Определяется необходимость и заказывается проектирование и изготовление специальной оснастки и инструмента.

На последнем этапе технологической проработки чертежей производится нормирование расхода материалов, при котором учитываются:

- вопрос экономии материалов, естественно, при безусловном обеспечении высокого качества продукции;
- замены дефицитных и дорогостоящих материалов на менее дефицитные и более дешёвые с внесением соответствующих изменений в конструкторскую документацию;
- экономически целесообразное сокращение номенклатуры применяемых материалов (с учётом правил поставки и транзитных норм); сокращение потерь материала.

В дальнейшем нормы расхода материалов используются:

- при разработке сводных норм расхода материалов и нормативов сдачи металлоотходов, которые создаются для возможности расчёта потребности предприятия в материалах на изготовление продукции в планируемом году;
- при составлении балансов в разрезе планов экономического и социального развития;
- при учёте и контроле использования материалов в производстве;
- при расчёте среднего снижения норм расхода и экономии материалов;
- при разработке планов сбора и сдачи отходов материалов другим организациям.

После проведения технологической проработки чертежей изделия копии их раздаются соответствующим подразделениям предприятия и считаются запущенными в производство.

В качестве основной руководящей технической документации при нормировании расхода материалов используются отраслевые нормативы (ОСТ, РТМ, ПИ), а также требования чертежа и разработанные технологические условия поставки детали.

2.3. Планирование, контроль и учет проектирования и изготовления технологического оснащения

Неотъемлемой частью системы подготовки производства для выпуска нового изделия является изготовление технологического оснащения. Организация запуска нового изделия предусматривает планирование, контроль и учёт проектирования и изготовления оснащения. Состав необходимого оснащения определяется на этапе технологической проработки чертежей изделия. Создаются ведомости изготовления плазово-шаблонной оснастки (ПШО) и номенклатурные графики оснастки (НГО). По ведомостям ПШО заказывается оснастка, не требующая выполнения специальных проектов. НГО является документом для проектирования и изготовления инструментальной, сварочной, сборочной и другой оснастки, требующей проектирования, т.е. создания специальных чертежей заготовки оснастки. Как в ведомостях ПШО, так и в НГО обязательно указываются номера ТК и ГО, описанных в предыдущем разделе и служащих для правильного определения сроков проектирования и изготовления оснастки. В НГО, в отличие от ведомостей ПШО, указываются подразделения-проектировщики и изготовители оснастки, а также сроки выполнения проектирования оснастки. На основании информации, заложенной в ведомостях ПШО и НГО, и сроков комплексного графика ежемесячно составляются планы проектирования и изготовления оснастки. Подразделения-проектировщики в течение планового периода по мере создания чертежей оснастки сдают их в архив для учёта, раздачи копий потребителям и хранения. Вся информация о создании чертежей проходит через планирующий орган, который фиксирует выполнение проектов.

2.4. Система обеспечения качества изделия

Одна из определяющих сторон производства – выпуск качественного изделия. Соблюдение требований качества стало краеугольным камнем, ибо жизнь выдвинула принципиальные условия к промышленной продукции и для нас это выражается в том, что самолет Ил-114 должен отвечать требованиям мирового рынка.

В 1998 году специалисты предприятия провели подробный анализ ранее действующей системы качества, именуемой «Комплексная система управления качеством продукции – КСУКП». Было установлено, что она не охватывает следующие направления, учет которых важен в условиях рынка:

- 1) анализ контракта;
- 2) механизм закупки;

- 3) управление продукцией, поставляемой потребителям;
- 4) корректирующие и управляющие действия;
- 5) погрузочно-разгрузочные действия, хранение, упаковка, консервация и поставка.

На основе комплексной проработки вопросов в аспекте этих направлений и соответствующих мировых стандартов на базе КСУКП была разработана новая система обеспечения качества изделия, регламентируемая документом «Руководство по качеству Р622-2-98». Это руководство отвечает требованиям следующих международных стандартов:

ИСО 9002-94 «Система качества. Модель для обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании»;

ИСО 8402-94 «Управление качеством и обеспечение качества. Словарь»;

ИСО 11013-95 «Руководящие указания по разработке руководств по качеству».

Преимуществом новой системы над ранее действующей системой качества является то, что она после сертификации Международной организацией BVQT получила статус международного признания.

Необходимой стадией работ при освоении производства по выпуску самолета Ил-114 было установление и выбор показателей, определяющих эффективность производства. При этом во внимание были приняты механизмы планирования, учета и анализа, контроля, регулирования, оценки и стимулирования труда работников. Для оценки эффективности производства были приняты следующие показатели:

1. Уровень механизированного и автоматизированного выполнения комплекса инженерно-технических и управленческих работ и процессов основного производства.

2. Уровень эффективности технологических процессов производства (ТПП) изделия.

3. Уровень эффективности средств технологического оснащения производства.

4. Степень сокращения сроков в осуществлении готовности ТПП к производству нового изделия.

5. Уровень снижения материальных и трудовых затрат на ТПП нового изделия.

В соответствии с этими показателями оценки эффективности производства и учетом требований качества были сформулированы приоритетные технические задачи, решение которых было направлено на всемерное сокращение сроков подготовки производства и снижение себестоимости изделия.

2.5. Метрологическое обеспечение производства самолета

При разработке «Руководства по качеству Р622-2-98» была пересмотрена система метрологического обеспечения производства для установления и применения научных и организационных основ, технических средств, правил и

норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Это мероприятие было осуществлено в рамках международных, межгосударственных, национальных и отраслевых нормативных документов по обеспечению единства, требуемой точности и достоверности измерений. Реализация этих норм предусмотрена комплексом стандартов предприятия по метрологическому обеспечению, устанавливающим организацию и порядок проведения работ по метрологическому сопровождению всех стадий формирования жизненного цикла продукции.

Для систематического повышения эффективности и качества авиационной техники немаловажным является дальнейшее совершенствование системы метрологического обеспечения.

В настоящее время в Российской Федерации принят курс на всемерное повышение роли метрологии в сферах обороны и безопасности. Концепция этого курса состоит из трех основополагающих аспектов.

Главные задачи метрологического обеспечения:

Метрологическое обеспечение эксплуатации вооружений и военной техники по техническому состоянию.

Метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний техники.

Обеспечение единства, точности, полноты, своевременности измерений, достоверности и эффективности принятия решений.

Метрологическое обслуживание высокоточного вооружения.

Принципы организации метрологических работ:

Совместимость с системой технического обеспечения.

Реформирование системы метрологического обеспечения, комплексное использование потенциала, концентрация ресурсов на приоритетных направлениях.

Координация работ и организация взаимодействия. Взаимное признание результатов работ.

Самостоятельность и независимость метрологических служб в области ответственности.

Согласованное развитие и использование базы военных эталонов.

Комплексная унификация средств измерений военного назначения.

Создание единого фонда нормативных и методических документов.

Приоритетные направления развития системы метрологического обеспечения в сферах обороны и безопасности:

Оптимизация системы обеспечения единства измерений и системы ремонта на базе территориального принципа организации метрологических работ.

Поддержание и развитие военных и рабочих эталонов, подвижных метрологических комплексов, адаптационных метрологических процедур.

Завершение создания нормативных и организационных основ метрологического обеспечения.

Совершенствование управления метрологическим обеспечением.

Разработка единой политики по научно-техническому развитию парка средств измерений.

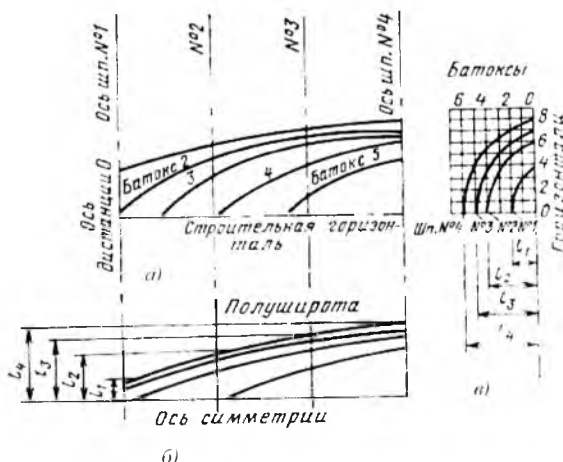
Развитие научных основ военной метрологии.

Совершенствование системы подготовки кадров военных метрологов.

Проработка этой концепции для производственных целей ГАО «ТАПОиЧ» представляет определенный интерес.

2.6. Общие требования к взаимозаменяемости агрегатов, узлов и деталей в производстве самолета

С ростом скорости полета усложнилась форма самолета, в связи с этим качество поверхности агрегатов самолета стало иметь первостепенное значение. Появилась необходимость более тщательной увязки как самих деталей, так и обводов агрегатов. Это потребовало изменения технологии изготовления деталей и сборки агрегатов. Большие габариты, сложная форма и малая жесткость деталей, присущих самолету Ил-114, обусловили применение графического способа увязки внешних поверхностей, основанной на плазово-шаблонном методе производства. При этом методе наружные поверхности агрегатов увязываются на плавность по теоретическим плазам посредством вычерчивания кривых батоксов и горизонталей (рис. 2.1) в масштабе 1:1. Для построения таких кривых на предприятии применяется ряд взаимно дополняющих друг друга методов: графический, лучевой, кривых второго порядка. Последний из них позволяет создавать математические модели поверхностей, выходить на ЭВМ, графопостроители и станки с ЧПУ.



Под взаимозаменяемостью понимается свойство конструкции сборочных единиц планера самолета, позволяющее производить сборку и замену при ремонте без выполнения подгоночных работ в пределах допусков на геометрические, механические параметры, эксплуатационные и физико-химические свойства.

Для оценки уровня взаимозаменяемости применяется коэффициент K_B , определяемый формулой $K_B = 1 - T/T_0$ (T и T_0 – соответственно трудоёмкость подгоночных и общая трудоёмкость работ при замене).

К взаимозаменяемости предъявляются следующие основные требования:

1. Коэффициент K_B , характеризующий степень взаимозаменяемости деталей и сборок (без учёта готовых изделий систем самолёта и спецоборудования), должен быть не ниже 1 для 70-80% агрегатов и не ниже 0.8 – для 30-20% агрегатов.

2. В группу агрегатов, имеющих коэффициент взаимозаменяемости, равный 1, должны входить, в первую очередь, часто заменяемые неремонтируемые и сложно ремонтируемые агрегаты. При этом к часто заменяемым частям планера относятся агрегаты с вероятностью замены при ремонте не менее 0.2, а к не ремонтируемым частям планера относятся агрегаты, стоимость ремонта которых при наличии характерных отказов не менее 0.7 стоимости новых агрегатов. К сложно ремонтируемым частям планера самолета относятся агрегаты, имеющие высокую трудоёмкость (длительность) ремонта или требующие для ремонта специального оборудования.

3. При необходимости выполнения подгоночных работ они должны быть достаточно простыми с тем, чтобы при замене исключалось применение специального оборудования и оснастки.

Объём подгоночных работ не должен превышать следующих указанных значений:

% агрегатов от общего числа, заменяемых с подгонкой	Трудоёмкость подгонки, человеко-час
60.0	до 1.0
30.0	1-2
6.0	2-4
4.0	4-6

4. В конструкции самолёта должны широко применяться стандартизованные и унифицированные агрегаты, обладающие взаимозаменяемостью по геометрическим и функциональным параметрам.

5. Должна быть обеспечена полная взаимозаменяемость по геометрическим и функциональным параметрам агрегатов (готовых изделий) систем самолёта и спецоборудования.

6. Должна быть обеспечена взаимозаменяемость агрегатов при проведении модификаций и доработок.

7. При кооперации и специализации производства должна обеспечиваться взаимозаменяемость агрегатов, изготавливаемых на различных заводах.

8. При изготовлении самолётов целесообразно использовать прогрессивные методы и средства обеспечения взаимозаменяемости:

- макеты в качестве оснастки для увязки агрегатов сложной формы;
- станки с ЧПУ для разделки стыков основных агрегатов как средство независимого изготовления деталей и оснастки изготовления трубопроводов.

2.7. Плазово-шаблонная подготовка производства

2.7.1. Основные понятия и определения

Перед изложением особенностей плазово-шаблонной подготовки производства Ил-114 напомним об основных понятиях и определениях этого метода.

Достаточно подробное определение и описание назначения теоретического чертежа, теоретического плаза, конструктивного чертежа, конструктивного плаза, шаблонов и других видов средств носителей геометрической и конструктивной информации даны в учебной литературе [1, 12, 58] и стандартах предприятия (СТП). Здесь же эти сведения даются вкратце и только для того, чтобы облегчить понимание изложенных материалов.

Теоретический чертёж определяет форму и габариты агрегата. Задаёт способ построения и расчёта его поверхности. Определяет расположение конструктивных сечений, углов их наклона и т.д. Увязывает координатные линии и плоскости построения поверхности.

Теоретический чертёж выполняется ОКБ (опытно-конструкторское бюро) и является первоисточником для построения обводов агрегата и содержит всю необходимую информацию.

Теоретический плаз – чертёж агрегата в натуральном масштабе, т.е. 1:1, на котором вычерчиваются конструктивные базы агрегата и контуры отдельных плоских сечений его поверхности. Агрегат вычерчивается на специальных плазовых панелях в двух или трёх проекциях, называемых боковой, плановой и эпюрой совмещённых сечений. Исходными данными для вычерчивания теоретического плаза является теоретический чертёж. Он служит источником исходных данных для конструктивной разработки узлов агрегата. Очень часто теоретический плаз играет роль первичного эталона для увязки оснастки.

Конструктивный чертёж бывает сборочным, узловым и детальным. Он определяет конструкцию агрегата, узла или детали.

Причем количество детальных чертежей сведено до минимума за счёт изображения деталей на узловых или сборочных чертежах.

Детальные чертежи создаются для удобства в работе над деталью: механически обрабатываемой, литейной, горячештамповочной и т.д., на которую сложно выдать всю необходимую информацию в сборочных чертежах.

Конструктивный плаз (КП) выполняется на прозрачной пластинке способом копирования с теоретического плаза контуров сечений, вычерчиваемых узлов.

На КП в натуральную величину вычерчиваются все входящие в узел детали и контура шаблонов для их изготовления.

Проводится полная конструктивная увязка этих деталей. Желательно базы для построения КП выбирать общими с теоретическим плазом. Очень часто КП выполняются на графопостроителях при переброске данных с дискет, когда построение КП ведется на компьютере.

Применение прозрачного пластика обусловлено изготовлением шаблонов по КП фотоконтактным методом. Все технологические шаблоны, привязанные к этим контурам, дублируются с ШКК (шаблон контрольно-контурный).

Монтажные чертежи и инструкции определяют, как следует проводить монтажи таких систем, как кислородная, гидравлическая, система управления, топливная система, система энерго- и радиооборудования и т.д. Они определяют и порядок монтажей.

Технологические чертежи – это вспомогательные чертежи технологической оснастки и приспособлений, сборочных ступеней, макетов, болванок, мастер-плит, кондукторов и т.д.

Шаблон – это жесткий носитель формы, размеров и всей необходимой информации для построения детали. Он полностью заменяет чертеж, служит инструментом для контроля и обеспечения увязки деталей. Шаблоны широко применяются для изготовления мастер-плит, макетов, болванок, ступеней и другой технологической оснастки. Все заготовительное производство работает по шаблонам чертежей. Изготавливаются шаблоны по КП или по программам на станке с ЧПУ. В разделе 2.7.4 о шаблонах дается более подробная информация.

Подробно о плазово-шаблонном методе и графических построениях можно ознакомиться в «Производственной инструкции АП-1075 (ПИАТ)» и ее приложении «Изготовление теоретических плазов».

2.7.2. Расчеты и построение контуров агрегатов самолета на плазе

Теоретические и конструктивные плазы агрегатов, узлов и деталей, а также шаблоны и объемная оснастка изготовлены при помощи систем автоматизированного проектирования (САПР) на ЭВМ, на автоматическом координатографе и станках с ЧПУ.

При выполнении этих работ производится расчет необходимых сечений, малок, углов подхода и т.д. и нанесение их на плазы или шаблоны. Это выполняется при помощи программ на ЭВМ с использованием заранее составленных и записанных в память ЭВМ математических моделей поверхностей агрегатов самолета.

Математическая модель поверхности в данном случае представляет собой упорядоченную последовательность закодированных в виде числовых величин, постоянных и переменных параметров, коэффициентов уравнений и формул, необходимых и достаточных для однозначного определения и воспроизведения этой поверхности применительно к конкретной системе расчетов. Она позволяет автоматически просчитать с помощью ЭВМ любые точки контура, касательные в этих точках малки и другие параметры, рассчитать развер-

ти обшивок, а также подготовить необходимую управляющую информацию для станков и координатографов с ЧПУ.

Математическая модель разрабатывается на основании теоретического чертежа путем программирования алгоритма задания поверхности.

Различаются два способа задания поверхностей: каркасный и кинематический.

При каркасном способе задания поверхность определяется отдельными контурами (сечениями). При этом нет алгоритма перехода от одного сечения к другому. Для задания поверхности и расчета сечений между заданными контурами применяются различные интерполяционные методы.

При кинематическом способе поверхность задается непрерывным перемещением изменяемой образующей по направляющим линиям-носителям параметров и осевой линии, нормально к которой располагаются сечения. Математическая модель разрабатывается для обеспечения расчётов поверхности по методу «Кунса-Тузова». Для этого производится расчёт сетки поперечных и продольных сечений. Количество поперечных сечений и их расположение определяются следующим образом: характерные продольные линии (линия верхнего батокса, линия нижнего батокса, линия максимальной ширины) переразбиваются стрелой прогиба 0.1-0.2 мм. Из полученных точек переразбивки выбираются те, которые обеспечивают заданную стрелу по всем характерным линиям. Через эти точки проводятся поперечные сечения.

Поперечные сечения переразбиваются с обеспечением заданной стрелы прогиба 0.1-0.2 мм таким образом, чтобы во всех сечениях получалось одинаковое количество точек.

Точки сопряжения кривых в поперечных сечениях желательно брать как точки переразбивки. Одноименные кривые следует разбивать на равное количество шагов.

На границах поверхности задаются касательные в виде дополнительных сечений и дополнительных точек в сечениях.

В результате на поверхности получается каркас из двух семейств кривых – продольных и поперечных, проходящих через точки переразбивки, разбивающий поверхность на некоторую совокупность криволинейных четырехугольников – порций. С использованием метода «Кунса-Тузова» строится уравнение порций и определяются коэффициенты поверхности по заданному каркасу. Эта задача решается с использованием кубических параметрических сплайнов, разрешенных относительно наклонов касательных, для описания кривых каркаса поверхности.

Кубические параметрические кривые. Путь движущейся точки определяется с помощью радиуса-вектора, который она принимает в последовательные моменты времени. Обозначим эту зависимость между r и t посредством $r = r(t)$, т.е. r является функцией от времени. Выраженное в координатной форме это утверждение имеет вид $x=x(t)$, $y=y(t)$, $z=z(t)$. Путь, пройденный точкой, может быть любой закрученной кривой в пространстве. Такую кривую можно задать не только функцией, зависящей от времени. Она определяется любой функциональной зависимостью между радиусом-вектором r и скаляром (или параметром) u .

Выведем кубическую параметризацию для определения кривых. Сегменты таких кривых описываются уравнением вида

$$r = r(u) = a_0 + ua_1 + ua^2 + ua^3.$$

Это позволяет получить коэффициенты кривых по точкам каркаса.

Поверхности на каркасе. Из дифференциальной геометрии известно определение поверхности: в окрестности каждой регулярной области допускается параметрическое представление

$$r = r(u, v)$$

и частные производные удовлетворяют неравенству $r_u \times r_v \neq 0$.

Параметры u, v определяют положение точки r на поверхности.

Процедура, порождающая поверхность, символически записывается следующим образом:

$$r(u, v) = \Phi(u, v) P(u, v).$$

$P(u, v)$ представляет собой исходные данные для конструирования поверхности.

Оператор $\Phi(u, v)$ чаще представляется в виде композиции более простых одномерных операторов $\Phi(u)$ и $\Phi(v)$ с использованием различных функций смещения. Аппроксимация поверхности записывается в виде

$$r(uv) = \Phi(u) \Phi(v) P(u, v).$$

По заданному каркасу в каждой точке вычисляются коэффициенты поверхности, куда входят значения координат точки x, y, z , значение параметра S в направлении первого семейства кривых каркаса, производные по параметру первого семейства x_s, y_s, z_s , значение параметра t в направлении второго семейства кривых каркаса, производные по параметру второго семейства x_t, y_t, z_t и перекрестные производные x_{st}, y_{st}, z_{st} .

Такая форма представления поверхности позволяет производить расчеты координат точек сечений, касательных или касательных плоскостей к поверхности в точках сечений для последующего получения малок, углов подхода продольных и поперечных элементов конструкции, сечений с учетом обшивок и т.д.

Расчет сечений контуров летательных аппаратов производится на ЭВМ по специальным программам. В качестве исходных данных используются математические модели поверхностей, параметры секущей плоскости и дополнительные параметры, зависящие от конкретной задачи.

2.7.3. Построение агрегатов, узлов и деталей самолета на конструктивном плазе

Так как на теоретическом плазе вычерчиваются лишь конструктивные базы агрегата и контуры отдельных плоских сечений его поверхности, такой плаз не может служить объектом взаимной увязки геометрических параметров вхо-

дящих в сечение узлов и деталей, а также источником для изготовления различных производственных шаблонов. Для этого используются конструктивные плазы, выполненные на металле и называемые часто основными или контрольно-контурными шаблонами (ШКК) или на специальном прозрачном материале конструктивный плаз (КП). Материалом для КП служит винипроз марки С, диамат, пленка прозрачная.

Конструктивные плазы, выполненные на прозрачном пластике, имеют ряд существенных преимуществ. Одно из них – прозрачность, что позволяет упростить и ускорить технологический процесс изготовления шаблонов, используя для этой цели фотокопировальную раму. Благодаря прозрачности можно путем непосредственного сличения размеченного КП с другими плазами повысить качество узвязки узла и осуществить контроль размеченной конструкции и контуров шаблонов. Кроме того, на пластике удобно производить всякого рода измерения, исправления и удаление неправильно нанесенных рисок, выскабливая их ножом.

К недостаткам КП на пластике следует отнести большой коэффициент линейного расширения, хрупкость и наличие хлопнунов, понижающие точность разметки. Несмотря на это, ввиду многих преимуществ основную массу конструкций в настоящее время размечают на пластике.

Карандаши, применяемые для плазовых работ, должны быть твердыми.

КП вычерчивают несмываемой тушью, представляющей собой раствор искусственной смолы и красителей в смеси органических растворителей.

Выполнение конструктивного плаза. На КП размечают конструкцию узла, конструктивные и теоретические оси, технологические и конструктивные отверстия, а также контуры шаблонов для входящих деталей. КП строятся в следующей последовательности:

1. Выполняют теоретические разбивки (копирование или построение координатных и конструктивных осей и теоретического контура, контроль осей, контура и малок).

2. Выполняют конструктивную разбивку и узвязку узла или детали.

3. Наносят информацию и оформляют плаз.

4. Контролируют плаз.

Конструктивная разбивка плоских деталей и выполнение теоретических разбивок. Построение КП начинают с разметки на нем теоретического контура и основных теоретических и конструктивных осей.

Существуют два способа построения теоретических контуров на КП:

- копирование контура и осей с теоретического плаза совмещенных сечений агрегата;
- разметка контура по координатам теоретического чертежа.

Копирование с теоретического плаза производят в следующем порядке:

- 1) на лист пластика наклеивают или закрепляют с помощью «усиков» в специальном приспособлении металлические шайбы по БО соответственно их расположению на теоретическом плазе;

- 2) на теоретический плаз накладывают лист пластика матовой стороной вверх, шайбы листа совмещают с БО на плазе и фиксируют их штырями или кнопками;

3) копируют плаз, начиная с координатных осей, затем копируют теоретический контур и оси стрингеров.

Если на теоретическом плазе вычерчена только половина симметричного контура, то на матовую сторону листа копируют ось симметрии узла и половину теоретического контура, поворачивают лист глянцевой стороной вверх и, фиксируя его по оси симметрии, копируют вторую половину теоретического контура. Производят перекопировку контура с глянцевой стороны листа на матовую сторону, и таким образом получают теоретический контур полного сечения узла. Удаляют контур, оставшийся на глянцевой стороне листа.

Технология построения контура по координатам теоретического чертежа следующая. На горизонтальной оси «X» выбирают нулевую точку *O* и от нее откладывают значения величины «X»-в. Затем откладывают величины «Y^в» и «Y^н», после чего полученные точки соединяют плавной кривой при помощи плазовой рейки или лекала.

Последовательность конструктивной разбивки. Конструктивную разбивку и увязку плоского узла выполняют в следующей последовательности:

- строят сечения продольных элементов конструкции, пересекающих плоскость расчерчиваемого узла;
- размечают контуры деталей, расположенных в плоскости расчерчиваемого узла;
- размечают конструктивные элементы каждой детали (вырезы по нормалям, под стрингеры и полки лонжеронов, рифты, подсечки и т.д.).

Строят необходимые сечения для выявления конструкции деталей, развертки деталей, размечают технологические отверстия.

Построение сечений продольных элементов конструкции, пересекающих плоскость узла. Элементами конструкции, пересекающими плоскость вычерчиваемого узла, могут быть обшивка агрегата, профили продольных узлов (например, профили лонжеронов и балок, стрингеры и т.д.), стенки продольных узлов (стенки лонжеронов и балок и т.д.), гофры и др.

Обшивка является наружной поверхностью агрегата, следовательно, в каждой точке поперечного сечения истинная толщина обшивки будет колебаться в зависимости от угла наклона, образующегося в этой точке (величины малки). Поэтому, для того чтобы «отбить» толщину обшивки в сечении, нельзя механически отложить от теоретического контура номинальную толщину, указанную в чертеже, нужно отложить истинный размер, зависящий от малки в каждой точке сечения. Размеры для построения сечений выявляют непосредственно из чертежа (спецификации). Размеры нормализованных пресованных и гнутых профилей выбирают по соответствующим нормальям.

Разметка контуров деталей, расположенных в плоскости вычерчиваемого узла. Разметка конструктивных элементов, лежащих в плоскости вычерчиваемого узла, необходима для построения деталей, образующих данный узел, обеспечения геометрической и конструктивной увязки, а также чтобы методом фотокопирования на металл обеспечить в дальнейшем изготовление необходимого комплекта шаблонов.

Порядок разметки контуров деталей, лежащих в плоскости узла, следующий:

- размечают детали больших размеров, сопрягаемые с теоретическим контуром (пояса нервюр, лонжеронов, шпангоутов, стенки нервюр, лонжеронов и др.), увязывая или размечая их одновременно на КП или ШКК пересекающихся плоскостей (лонжеронов, нервюр, балок и т.п.);
- размечают все более мелкие детали (фитинги, профили, кницы и др.).

Контуром шаблона для детали без борта является линия внешнего очертания детали. Контурными линиями шаблонов для деталей, имеющих по контуру борт, являются: наружный контур (линия ШК – линия пересечения паружных поверхностей детали); внутренний контур (линия ШВК) – линия пересечения внутренних поверхностей детали и контур развертки (линия ШРД). Контуром ШК называется геометрическое место точек, лежащих на пересечении наружной поверхности стенки детали с касательной, проведенной в точке начала сгиба поверхности борта.

После вычерчивания контура ШК размечают вырезы под стрингера и полки лонжеронов, поперечные и продольные подсежки, вырезы в углах деталей, торцы и кромки деталей и вырезы под конструктивные элементы.

Разметка технологических отверстий. На КП размечаются крестиками все крепежные нормали – заклепки, болты, винты, а при необходимости сварные точки. При переносе на шаблоны эти следы крепежа могут быть центрами ведущих ВО (направляющих НО) отверстий. Из числа этих отверстий с учетом размеров деталей отмечают сборочные отверстия (СО)

Назначение СО – собирать на специальных съемных фиксаторах пакет сопрягаемых деталей, обеспечивая правильное расположение деталей относительно друг друга. В технологической ведомости на заказ плазово-шаблонной оснастки указывают, в каких деталях необходимо дать СО.

При разметке СО придерживаются следующих правил:

- СО дают во всех деталях, входящих в пакет узла, располагая на возможно большем расстоянии друг от друга;
- количество СО определяется габаритами детали, однако менее двух СО не задаются;
- СО не должны располагаться равно удаленно от торцов детали во избежание неправильной установки ее при сборке;
- не рекомендуется назначение в качестве СО первое после подсежки отверстие, так как оно может быть смещено и иметь искривленные контуры;
- СО на КП и ШКК должны быть маркированы «СО».

Шпилечные отверстия (ШО) используют для фиксации заготовки детали в процессе ее изготовления на ГМБ (формоблок) или штампе. При разметке ШО придерживаются следующих правил:

- количество ШО не должно быть менее двух;
- на оси симметрии детали располагают только одно отверстие;

- ШО максимально приближают к краям детали, но с соблюдением перемычки размером не менее двух диаметров шпильки от линии сгиба;
- ШО располагают не ближе чем на 2,5-3 диаметра заклепки или не размечают около бортов или подсечек деталей, а также в герметических стенках (деталях).

Конструктивная разбивка профильных деталей. К профильным деталям относят пояса лонжеронов крыла, хвостового оперения, фюзеляжа и других агрегатов, стрингеры и т.д. Конструктивную разбивку профильных деталей агрегатов с прямолинейной образующей выполняют в следующей технологической последовательности.

Аналитически определяют истинную длину поясов лонжеронов, стрингеров или других профильных элементов. Длину таких деталей определяют по теоретическим и конструктивным чертежам. Выкладывают контуры и конструкцию деталей на КП.

Конструктивная разбивка стрингеров, проходящих в фюзеляже, мотогондоле двигателя, обтекателе шасси, отличается от агрегатов с прямолинейной образующей тем, что продольный набор таких стрингеров в большинстве случаев имеет значительную стрелу прогиба, а иногда и кривизну в двух плоскостях.

Конструктивная разбивка объемных деталей. Объемные детали сложной пространственной формы бывают двух видов:

- детали, получаемые вытяжкой из листового материала (окантовки вырезов, жесткости люков, обшивки створок, детали заливов, обтекатели, обивки туннелей и т.д.);
- детали, получаемые отливкой, горячей штамповкой, механической обработкой и сваркой, контуры которых связаны с плазовой увязкой и контуром агрегата.

Форму и положение объемной детали выявляют методом сечений. Для объемной листовой детали определяют наружную и внутреннюю поверхности, их местоположение относительно выбранных координатных базовых линий и линий обреза.

Плазовая увязка заключается в увязке теоретических контуров основных поперечных и продольных сечений, а также в выявлении линий обреза деталей и разметке дополнительных сечений в случае необходимости.

Плазовую увязку объемного узла или детали выполняют в следующей технологической последовательности.

Выбирают плоскости сечений и систему координат; строят теоретические контуры сечений и конструкции узла или детали в сечениях, а также установочные линии; затем выявляют обрезы деталей.

КП на объемные узлы и детали являются источниками для изготовления шаблонов ШМФ (шаблон монтажно-фиксирующий) и ШКС (шаблон контура сечения), при помощи которых изготавливают и размечают макеты поверхности, болванки, модели для литья и т.д., на которых окончательно определяют форму и линии обреза объемных деталей.

Согласно теоретическим и конструктивным чертежам выкладывают контуры и конструкцию деталей на КП.

Оформление конструктивных плазов. При вычерчивании КП на них наносят следующую информацию: номера входящих деталей, значение и величину малки, величину борта, наименование вычерченных шаблонов, нормали отбортовок, рифтов, подсечек и пр.

Подсечку показывают двумя рисками, которые означают начало и конец схода подсечки. На подсекаемом участке показывают ее глубину. Направление бортов и подсечек на КП не указывают, а определяют с помощью чертежа при изготовлении шаблонов.

На шаблонах сечений наносятся номер детали и номер ШКС. Номера ШКС даются дробью. Числитель дроби определяет номер ШКС, а знаменатель – комплект шаблонов.

Правильная, четко нанесенная на КП информация во многом способствует быстрому и качественному изготовлению плазово-шаблонной оснастки.

В правом нижнем углу наносят штамп плаза. Над штампом следует оставлять свободное поле для записи изменений.

КП регистрируют в журнале регистрации плазов и присваивают ему номер, который заносят тушью в круге диаметром 40 мм.

Допуски и контроль конструктивных плазов. Допуски на изготовление КП устанавливаются производственными инструкциями или соответствующими стандартами предприятия (СТП).

Контроль поручается, как правило, высококвалифицированному специалисту по плазовым работам.

Можно наметить примерную методику контроля КП. Приемку плаза производят согласно техническому заданию, действующим чертежам и листкам изменений. При контроле обязательно проверяют следующие элементы:

- соответствие плаза техническому заданию на его выполнение;
- правильность копирования или построения теоретического контура, координатных и конструктивных осей;
- увязку конструкции в вычерченном узле и местах стыков узла с сопрягаемыми деталями других узлов;
- геометрию размеченных контуров шаблонов, а также правильность нанесения осей отверстий, установочных линий и информации;
- правильность отражения в размеченном узле технологических особенностей изготовления и сборки деталей.

После контроля и исправления всех дефектов КП подписывают контролер и все другие лица, утверждающие плаз.

2.7.4. Общая характеристика шаблонов, их назначение и изготовление

Шаблонами, как было сказано выше, называются жёсткие носители размеров и формы, обеспечивающие изготовление деталей, узлов, агрегатов самолета и их взаимозаменяемость. Фоновыми параметрами шаблона являются контур, оси, установочные линии, отверстия и информация.

ШКК – шаблон контрольно-контурный. Выполняется по теоретическому контуру узла или агрегата. В зависимости от геометрической формы и габаритов узла ШКК бывают:

- а) полностью отражающие теоретический контур узла, обработанный по этому контуру (ШКК шангоута, нервюры и т.д.);
- б) с добавочным материалом, полностью отражающим теоретический контур узла (ШКК длинных узких конструкций лонжеронов, балок и т.д.);
- в) для симметричных и несимметричных узлов, частично отражающие контур.

На ШКК вычерчиваются:

- оси самолета (ось симметрии, хорда, ось двигателя и т.д.);
- конструктивные оси (ось нервюр, стрингеров, лонжеронов, балок, ось вращения и т.д.).

Если по линии оси нет БО, то по оси даются керновки. Обработка контура осуществляется припиловкой по теоретическому плазу или на станках с ЧПУ.

ШВК – шаблон внутреннего контура. ШВК предназначается для изготовления:

- форм блоков (гибочных матриц) при формировании деталей на гидропрессе;
- пуансонов к гибочным инструментальным штампам;
- оправок для сгиба и выколочки деталей.

ШВК изготавливается по внутреннему контуру, образованному пересечением внутренних поверхностей детали.

ШРД – шаблон развёртки деталей, предназначенный для:

- фрезерования заготовок деталей и сверления в них отверстий;
- разметки и контроля деталей;
- записи программы при изготовлении деталей на станке РФП-1;
- изготовления вырубных штампов.

ШРД представляет собой развёртку детали простой геометрической формы теоретически разворачиваемой поверхности.

Как правило, ШРД для показанной и отраженной деталей изготавливается один, а в информации шаблона рядом с номером детали набивается информация «ПОК» для показанной детали, и «ПРОТ» – для детали, ею отраженной.

ШРД, ШК для РФП-1 (радиально-фрезерный программный). При изготовлении ШРД и ШК для РФП-1 согласно указаниям с ПШО необходимо давать крепёжные отверстия Ø4.2 мм с информацией «РФП», располагая их в теле шаблона, по периметру с шагом примерно 300-500 мм. Эти отверстия окрашиваются красной краской и служат только для крепления шаблона к столу станка во время записи программы. Если в детали имеются отверстия Ø свыше 40 мм, в шаблоне необходимо вскрывать отверстия в окончательный размер.

ШЗ – шаблон заготовки. ШЗ представляет собой развёртки заготовки (с припуском), получаемой глубокой вытяжкой или посадкой. Припуск на ШЗ обязательно оговаривается технологом в заказе или ПШО. Контроль ШЗ производится по эталонной детали.

ШК – шаблон контура. Шаблон контура представляет собой плоский шаблон, соответствующий контуру детали. ШК изготавливается на плоские детали без бортов, рифтов и выштамповок типа обшивок, стенок лонжерона и т.д., а также на механически обрабатываемые детали.

ШТ – шаблон трафарет. Изготавливается только на плоские детали. Он представляет собой часть ШК или ШРД на детали, подлежащие покрытию различными марками или цветами краски. ШТ увязывается с ШК, ШХФ и ШРД посредством отверстий Ø 2.5 мм (не менее двух), расположенных в приливах, припусках для подвески деталей при химическом фрезеровании или анодировании. ШРД изготавливается из материала Д16Т, толщина листа 1.0-1.5 мм.

ШХФ – шаблон химического фрезерования. Предназначается для разметки мест химического фрезерования (травления) на заготовках деталей, изготавливается из Д16Т, толщина листа 1.5 -2 мм.

Химическое фрезерование может производиться с лицевой стороны, а также с внутренней или с обеих сторон одновременно. Принято прикладывать ШХФ к детали так, чтобы его окраска и информация были обращены к стороне детали, которая химически фрезеруется.

На отраженные детали (ПРОТ) ШХФ накладывается краской и информацией наружу.

Для деталей, имеющих химические фрезеровки с обеих сторон, изготавливается комплект из двух ШХФ, увязанных между собой и с ШРД (деталью) или другими источниками изготовления ШХФ через фиксирующие отверстия Ø2.5 мм, расположенными несимметрично в количестве не менее 3 штук в ушках.

ШОК на прессованные профили. ШОК на прессованные профили выполняется в соответствии с требованиями ПШО:

1. Если по ведомости ПШО требуется выполнять деталь с припуском, то на ШОК дается припуск и информация «дан припуск...».

2. Если деталь не имеет в зоне припуска срезы и скосы, то они обязательно выполняются на шаблоне независимо от наличия припуска.

3. Если деталь имеет подсечку, то на ШОКе она должна быть выполнена и дана ее информация. На зону подсечки наваривается, наклепывается пластина (прокладка) толщиной, равной глубине подсечки и длиной на 1-3 мм меньше длины подсечки.

4. При изготовлении одного ШОКа на показанную и отраженную деталь необходимо указать для какой детали он показан и для какой – отраженной.

ШОК-ШГП. Служит для гибки, обрезки и сверловки деталей или специальных заготовок из листа.

Когда одна полка плоская, вторая переменной кривизны и малкованная.

Если для детали кроме ШОК-ШГП имеются ШГП или рубильник, то на ШОК-ШГП пластины в зоне подсечек выполняются укороченными на 3-5 мм. ШОК-ШГП для профилей типа



изготавливаются плоскими, аналогично ШОКа.

ШГП – шаблон гибки профиля. Он предназначен для гибки и контроля деталей, имеющих кривизну в одной плоскости, а также для изготовления гибочных штампов и приспособлений. ШГП выполняются по внутреннему или наружному контурам детали с обязательным нанесением эскиза приложения к детали.

ШГТ – шаблон гибки труб. Шаблон для гибки труб называется ШГТ. Изготавливается из стали 20 лист 2 в плоскости, проходящей через ось трубы, с обязательным эскизом приложения ШГТ к детали.

ШС – шаблон сверловки. Предназначается только для сверления отверстий в детали. ШС изготавливаются на профильные детали или детали глубокой вытяжки, по требованию потребителя, могут быть армированы кондукторными втулками. ШС из дюралевых сплавов армируются втулками в обязательном порядке.

ШМ – шаблон малки. Предназначается для контроля малок у детали, штампов, приспособлений. На ШМ наносятся контрольная линия, информация рабочего контура.

ШКС – шаблон контура сечения. ШКС – плоский шаблон, рабочая кромка которого соответствует внутреннему и наружному контурам сечения детали или агрегата: ШКС бывают трех видов: *выпуклые, вогнутые и очковые*.

ШКС предназначены для изготовления технологической и рабочей оснастки из металла, боленига и дерева, а также для инструментальной оснастки и контроля пространственных и малкованных деталей.

КРС – это объемный шаблон, состоящий из набора ШКС, соединенных жестко между собой. В зависимости от назначения КРС выполняются по внутреннему и наружному контурам деталей. Если требуется изготовить КРС или К-КРС на два контура, то выполняют КРС на один из контуров, а вместо второго делают комплект ШКС, которые крепят на КРС болтами по БО, просверленным совместно в обоих комплектах шаблонов.

КРС предназначается для проверки и доводки переходов на макетах поверхностей, изготовления и контроля болванок, матриц, а также другой формообразующей оснастки, контроля деталей сложной пространственной формы.

ШМФ – шаблон монтажно-фиксирующий. Применяется для изготовления мастер-плит, ступельных рубильников, макетов поверхности, контрольных приспособлений, монтажа ступельной оснастки. ШМФ изготавливают по технологическим чертежам.

ШМФ для мастер-плит оформляется паспортом с утверждением в ОКБ. Для определения характера малок на ШМФ дается эскиз, в случае разноименных малок на одном шаблоне (ОТК, ЗАКР или 0) дается полная информация, позволяющая однозначно пользоваться указанным шаблоном.

В чертежах на ШМФ контур шаблона разрешается показывать упрощенно, т.е. с отступлением от графика конструктивного плаза. При этом плазовый цех выполняет контур шаблона по указанной в чертеже информации в полном соответствии с чертежом самолетной конструкции, выполняя все необходимые подсечки, ступеньки, радиусы.

При проектировании, изготовлении и контроле ШМФ руководствуются стандартом предприятия.

Выбор материала и изготовление заготовок для шаблонов. Шаблоны изготавливаются из холоднокатаной стали 20 толщиной от 1.5-3.0 мм. по ГОСТу 19904-74 или дуралюминиевого сплава Д16Т толщиной до 4 мм, кроме тех, которые оговорены в чертеже.

ШКК больших габаритов изготавливают из Д16Т толщиной 2-3 мм.

Технологическая увязка шаблонов. Для обеспечения геометрической и технологической увязки шаблоны необходимо изготавливать комплектно.

Комплекты шаблонов разделяются на следующие виды:

- 1) детальный комплект шаблонов;
- 2) узловый комплект шаблонов;
- 3) агрегатный комплект шаблонов;
- 4) комплект шаблонов приспособления – ШМФ;
- 5) комплект шаблонов для объемной оснастки (болванки, макеты, поверхности, оправки).

С целью обеспечения увязки всех деталей узла или агрегата необходимо каждый из комплектов шаблонов изготавливать по одному источнику (конструктивному или теоретическому плазам), а их взаимную увязку производить по контуру, БО, установочным линиям, базовым сторонам, базовым линиям, СО, ШО, ИО, обеспечив единство баз во всем комплекте шаблонов.

Окраска шаблонов. Окраска производится масляными или нитроэмальными красками. ШКК, как правило, окрашивается в красный и коричневый цвета с предварительным анодированием. Цвет окраски производственных шаблонов (в зависимости от типа изделия) устанавливается особым распоряжением. Эталонная оснастка окрашивается в желтый цвет.

Лицевая сторона рабочих шаблонов. Лицевая сторона рабочих шаблонов должна строго соответствовать лицевой стороне детали. Самолетные детали, изображенные на чертеже, часто разделяются на показанные и им отраженные. Поэтому при изготовлении шаблона лицевой (окрашенной) стороной оформляется сторона в строгом соответствии с показанной деталью в конструктивном чертеже. Лицевой стороной шаблонов ШГП, ШКС может быть выбрана любая сторона шаблона, но с обязательным эскизом приложения к детали. Если деталь одновременно имеет поверхности, покрытые лаком и склеиваемые, то лицевой стороной будет поверхность, покрытая лаком.

Классификация отверстий, даваемых на шаблонах.

1. БО (базовое отверстие) служит для фиксации заготовки шаблона на теоретическом плазе или плаз-кондукторе при разметке теоретических осей и контуров, а также для установки ШМФ при монтаже оснастки. По БО производится технологическая увязка комплекта шаблонов. БО не должны совпадать с другими отверстиями, имеющимися на ШКК, ШМФ, ШКС. Расположение БО на ШКК определяет плазовый цех, на ШМФ – технический отдел, учитывая расположение БО на плазе. БО на шаблонах должны быть не менее двух. Рекомендуется располагать их на основных координатных осях узла максимально удаленными относительно друг друга.

2. КФО (координатно-фиксирующее отверстие) служит для фиксации деталей в станеле. КФО вскрываются по чертежу одновременно во всем деталь-

ном комплекте шаблонов. Для листовых деталей, при необходимости, ШО (шпилечное отверстие) совмещаются с КФО.

3. ШО служат для установки шпилек на формблоках, оправках, а также для установки заготовок детали в момент формования. ШО должны быть не менее двух и располагаться несимметрично. При этом *нельзя* размечать ШО вблизи отбортовок, рифтов, подсечек и бортов детали. От заклёпок и болтов ШО располагают на расстоянии не менее трех диаметров шпильки.

Запрещается совмещать ШО с заклёпочными и болтовыми соединениями. Для деталей сложной конфигурации, имеющих рифты, отбортовки и т.д., размещение ШО определяется технологами заготовительных цехов и указывается в ПШО. По требованию цеха-изготовителя деталей под ШО могут быть использованы конструктивные отверстия, что отражается в ведомости ПШО. В случае, когда по технологическим свойствам материала, технологическим и конструктивным особенностям, ШО в теле детали вскрывать нельзя, расположение ШО указывается в ведомости ПШО. В случае невыполнения указанного пункта плазовый цех подает оснастку без ШО.

4. ИО (инструментальное отверстие) служат для установки ловителей в инструментальном штампе, а также для фиксации заготовки на штампе в момент штамповки. Около каждого отверстия дается картинка, шифр нормали выштамповки и ИО.

5. УО (установочное отверстие) служат для фиксации деталей в сборочных приспособлениях и станках с ЧПУ. Количество и расположение УО определяются конструктивными чертежами технологами механических цехов, и оговариваются в ведомости ПШО. Около каждого отверстия наносится информация «УО».

6. ВО или НО (ведущее или направляющее отверстие) служат для направления сверла при сверлении отверстия под заклёпки, болты, винты во всем пакете сопрягаемых деталей. НО (ВО) сверлятся в шаблонах одной из сопрягаемых деталей, не находящейся в середине пакета и имеющей доступ для сверления во время сборки. Расположение и количество НО (ВО) определяются условиями поставки деталей (ПШО). На шаблонах для деталей из прессованного профиля первое отверстие от подсечки НО (ВО) не дается, если особо не оговорено в ПШО.

7. СО (сборочные отверстия) служат для фиксирования сопрягаемых деталей при сборке узла и сверлятся во всех сопрягаемых деталях.

Количество СО зависит от формы и габаритов детали и дается, как правило, не менее двух. Не рекомендуется в качестве СО выбирать первое отверстие от подсечки.

Шаблоны сопрягаемых деталей обязательно увязываются между собой по СО. В случае сопряжения двух деталей, связанных с обводом, СО для стыковки этих деталей не дают, так как они не обеспечивают точного расположения деталей относительно теоретического контура (ТК).

2.8. Объемные плазы (макеты, эталоны поверхности) и технология их изготовления. Применение методов поверхностей

Высокие требования к выполнению внешних контуров современных самолетов и обеспечению взаимозаменяемости их агрегатов, узлов и деталей обуславливают необходимость создания большого количества объемной оснастки.

Первоисточником для изготовления объемной оснастки служат макеты поверхностей (объемные плазы) или болванки.

2.8.1. Конструкция макетов поверхностей

Макеты поверхностей самолета чаще всего применяют для изготовления по ним различного рода слепков, используемых при формообразовании обшивок, рубильников для изготовления деталей каркаса самолета, а также рубильников и ложементов стапелей.

Макет поверхности воспроизводит теоретическую поверхность агрегата самолета. На поверхности каждого макета размечают основные элементы конструкции агрегата (конструктивные и теоретические оси, стыки листов обшивки, люки, окантовки и т.п.). Макеты поверхностей выполняют только на те агрегаты, контуры которых имеют двойную кривизну (отсеки фюзеляжа, gondолы двигателей, зализы, обтекатели шасси и т.д.).

В зависимости от назначения макеты поверхностей бывают трех видов: макеты поверхности агрегатов и отсеков; макетные болванки поверхности и макеты патрубков (макетные трубы).

Макеты поверхности агрегатов и отсеков изготавливаются по чертежам службы главного технолога и участвуют в общей схеме увязки. Они чаще всего состоят из каркаса (обычно металлического) и облицовки. Облицовку выполняют из древесины, пластмассы или комбинированной (древесина с пластмассой). Возможна цельнометаллическая конструкция макета поверхности, изготавливаемая из алюминиевого литья или набора алюминиевых плит.

Макетные болванки поверхности изготавливаются по инициативе плазово-шаблонного цеха, по собственным эскизам, не участвуют в общей схеме увязки (взаимозаменяемости) и служат для отстыковки оснастки на узел или часть агрегата.

Каркас макетных болванок выполняется из продольных и поперечных ШКС (металлических или фанерных), соединенных между собой на уголках болтами или заклепками, или деревянными бобышками на клею и гвоздях. Облицовка фанерных каркасов выполняется из древесины, металлических — из древесины или эпоксидной композиции.

Макеты патрубков (макетные трубы) изготавливаются по типовому чертежу службы главного технолога, как правило, из древесины по комплекту ШКС с имитацией всех наконечников, штуцеров, отроетков и т.п. и целого куса древесины или склеенной заготовки. Возможна конструкция макета патрубка в виде каркаса (металлического или фанерного) из продольных поперечных сечений, заполненного древесиной или эпоксидной композицией.

2.8.2. Изготовление макетов поверхностей

Макеты поверхностей всех назначений выполняют в следующем порядке:

- изготавливают каркас макета;
- изготавливают рабочую поверхность макета;
- окрашивают рабочую поверхность макета и размечают на ней конструкцию агрегата или узла;
- контролируют качество изготовления макета и разметки на нем конструкции.

Каркас макета поверхности, как правило, изготавливается из дюралюминевых плит толщиной $6 \div 25$ мм, в зависимости от габаритов макета, цехом стапельной оснастки по монтажно-фиксирующим шаблонам (ШМФ) и передается в плазово-шаблонный цех на заполнение рабочей поверхности. Заполнитель указывается в чертеже макета и, как правило, выполняется из эпоксипласта, реже из древесины. Облицовка из древесины имеет меньшую применяемость в связи с необходимостью текущего ремонта макетов поверхностей, так как при изменении влажности и температуры окружающего воздуха она деформируется и периодически необходима ее правка (ремонт).

Эпоксидной композицией (эпоксипластом) называют пластический материал, состоящий из связующего компонента – эпоксидной смолы, отвердителя, пластификатора и наполнителя, которые смешиваются перед употреблением.

Эпоксипласт имеет ценные свойства, что определило его применение для изготовления объемной оснастки:

- способность затвердевать без внешнего давления и в ряде случаев при нормальной комнатной температуре;
- высокую адгезионную способность в сочетании с различными конструкционными материалами (металлом, древесиной, балинитом и др.);
- высокую механическую прочность в зависимости от типа наполнителя;
- минимальную усадку, позволяющую воспроизводить в оснастке с высокой степенью точности заданные ей рабочие контуры;
- устойчивость к воздействию влаги, масла и эмульсий в диапазоне температур от -20 до $+100^\circ \text{C}$;
- отсутствие координирующего действия на металлические элементы конструкции оснастки.

Для различных композиций эпоксипластов применяют эпоксидные смолы ЭД-5 или ЭД-6.

Отвердители применяют при процессе полимеризации эпоксидной смолы. Обычно для смол ЭД-5 и ЭД-6 применяют отвердители на основе аминных соединений – гексаметилендиамин или кубовый остаток, получаемый при его изготовлении.

Пластификатор вводят в композицию для снижения ее хрупкости после затвердевания. В качестве пластификатора обычно применяют дибутилфталат.

Наполнители вводят в композиции для улучшения их свойств и экономии смолы. В объемной оснастке наиболее распространены порошковые наполнители: железные, алюминиевые, гипс, маршалит, графит и др.

Железная стружка повышает прочность оснастки на истирание, алюминиевая пудра и графит обеспечивают большую вязкость композиции и хорошую обрабатываемость столярным инструментом. Маршалит и гипс хорошо работают на сжатие и обеспечивают хорошие литейные свойства эпоксипласта. Приготовление композиции состоит в последовательном смешивании отweighенных по расчету компонентов, входящих в состав эпоксипласта.

Эпоксидную композицию накладывают на поддон в качестве подслоя и после его полного затвердевания накладывают на него верхний слой эпоксидной композиции. По истечении 8-12 ч слой обрабатывают столярным инструментом, проверяя контур плазовой рейкой, базируемой на кромки лекал, являющихся каркасом макета поверхности. Дефекты в виде раковин, пор и др. устраняют после затвердевания эпоксипласта. Заключительной операцией является обработка поверхности абразивной шкуркой.

Также с помощью плазовой рейки обрабатывается столярным инструментом облицовка из древесины.

Отделку макета поверхности производят в следующем порядке: сначала удаляют с поверхности пыль, после чего покрывают ее двумя слоями нитролака и сушат каждый слой в течение 30-40 мин.

После обработки и контроля макетов поверхностей как с деревянной, так и с пластмассовой облицовкой поверхности макета покрывают бесцветным нитролаком АК-20 и нитрошпатлевкой АШ-32.

По окончании сушки поверхность макета зачищают шкуркой, а продукты зачистки и пыль удаляют сжатым воздухом. Плавность на участках, расположенных между лекалами, проверяют упругой плазовой рейкой сечением 15х15 мм, прибивая ее к поверхности макета в двух-трех местах мелкими гвоздями или прижимая руками в нескольких местах. Допустимый зазор между плазовой рейкой и поверхностью макета на длине 1 м не более 0,3 мм. После этого поверхность окрашивают нитроалюминиевым лаком второго покрытия марки АЛА разбавленным разжижителем РДВ, в пропорции 80% лака, 20% РДВ. После окраски на макете поверхности размечают конструкцию элементов агрегата.

Базируясь на лекала и зарубки на них, органической несмываемой тушью размечают положение шпангоутов, рам, нервюр. Базируя плазовую рейку на зарубки в лекалах по шпангоутам, нервюрам, координатным осям и закрепив ее на поверхностях макета гвоздями, проводят оси лонжеронов, стрингеров осей и горизонталей и надписывают соответствующие наименования элементов конструкции и теоретические линии. По конструктивным чертежам агрегата и специально разработанным схемам, содержащим все размеры, связанные с положением стыков обшивок, лючков и других проемов, на макете размечают все конструктивные элементы, необходимые для изготовления ПСК, рубильников, ШОК, ШС и др. При разметке за базу принимают оси шпангоутов, лонжеронов и стрингеров.

Ошибки при разметке линий на макете удаляют ножом, скальпелем или лезвием безопасной бритвы.

На каждый проверенный и принятый контролером макет поверхности составляется технический паспорт, отражающий номер чертежа макета, его наименование, номер самолетного чертежа, эскиз макета, перечень размеченных на макете деталей и сроки периодической проверки. Аналогично изготавливаются макетные болванки поверхности и макеты патрубков.

2.9. Технология изготовления и применения обтяжных пуансонов, болванок и формблоков

2.9.1. Обтяжные пуансоны для изготовления обшивок

Назначение обтяжных пуансонов – придание необходимой формы деталям из листа и профилей на обтяжных прессах и профилегибочных станках. В зависимости от применения обтяжные пуансоны можно подразделить на две группы: для обшивок и профилей. Для изготовления первых применяют массу ПСК, эпоксидную композицию, а иногда то и другое, древесипу. Для изготовления вторых чаще всего применяют баленит в сочетании с дюралевыми пластинами (прокладками).

Обтяжные пуансоны для обшивок из пескоклеевой массы. Обтяжные пуансоны изготавливают из ПСК путем формирования ее по поверхности контрслепков или макетов, имеющих вогнутую форму (макеты поверхностей панелей). Контрслепки и обтяжные пуансоны конструктивно выполняют в виде деревянных каркасов, заполненных плотно утрамбованной ПСК, состоящей из формовочного песка и смоляного клея.

Каркас является основой слепка и представляет собой жестко связанный набор из наружных и внутренних, продольных и поперечных щитов толщиной 30-50 мм, образующих ячейки размером 150-200 или 250-350 мм в зависимости от толщины формируемой обшивки.

Габариты каркаса определяются размерами листа обшивки, который будет изготовлен по обтяжному пуансону с учетом припуска в 40-60 мм по всему периметру детали.

Высота каркаса пуансона в зависимости от его габаритов равна 300-400 мм. Допуск каркаса по обводу – 1-2 мм. Для изготовления контрслепка по необходимому месту макета размечают и вырезают фанерные шаблоны, являющиеся наружными щитами каркаса контрслепка. Их торцы округляют радиусом 30 мм. Внутренний набор каркаса связывают с наружными щитами деревянными уголками казеиновым клеем и гвоздями.

Пескоклеевую массу загружают через 4-6 ч в зависимости от температуры, при которой выдерживается каркас.

Копируемую часть макета поверхности тщательно протирают, после чего на нее наносят парафин, тщательно растирая суконкой для получения равно-

мерного тонкого слоя, и выдерживают в течение 30 мин. После этого по парфину наносят слой смоляного клея ВИАМ-БЗ. Каркас слепка устанавливают на макет поверхности, закрепляют распорками, после чего на все его внутренние элементы наносят слой клея. Пескоклеевую массу укладывают между элементами каркаса и тщательно утрамбовывают, после чего повторяют загрузку и запрессовку до получения рабочего слоя толщиной 100-120 мм и выдерживают на макете поверхности для затвердевания 5-6 ч. Процесс формовки слепка длится не более 10-15 мин с момента приготовления массы ПСК. Для экономии ПСК и уменьшения веса контрслепка его внутреннее пространство заполняют древесными опилками или другими заполнителями.

Для транспортировки в контрслепках устанавливают такелажные узлы, рассчитанные на вес оснастки. После затвердевания массы контрслепок мостовым краном снимают с макета и устанавливают на пол мастерской. Рабочую поверхность слепка очищают шкуркой от остатков парафина, после чего на него наносят легкий слой шпатлевки АП-32 и выдерживают 3 ч, затем поверхность тщательно шлифуют мелкой шкуркой. Разметку конструкции восстанавливают черной несмываемой тушью. На торцевую часть наносят информацию. Формировать обтяжные пуансоны из ПСК по контрслепку можно не ранее, чем через 24 ч после его снятия из макета поверхности. Обтяжные пуансоны изготавливают следующим образом: щиты и доски, предназначенные для изготовления каркасов пуансонов, склеивают с двух сторон фанерой 6-10 мм, общая толщина которых составляет 45-50 мм.

Габариты щитов должны укладываться в габариты контрслепка, но так, чтобы их длина и ширина были равны длине и ширине детали обшивки с учетом припуска. При изготовлении каркаса учитывают, на какой тип станка предназначен обтяжной пуансон, т.е. на продольную или поперечную обтяжку листов. Собранный каркас обтяжного пуансона подгоняют по поверхности контрслепка, после чего его снимают, а слепок натирают парафином, затем наносят слой клея ВИАМ-БЗ и на него укладывают без складок ткань равентух суровый, которую тщательно притирают к поверхности контрслепка и обильно смазывают смоляным клеем. Затем каркас пуансона устанавливают, закрепляют на контрслепке, после чего все внутренние элементы каркаса покрывают обильным слоем клея.

В целях экономии массы ПСК и уменьшения веса пуансона в ПСК вперемешку загружают деревянные чурки и опилки.

Верхнюю часть пуансона толщиной 70 мм загружают чистой массой ПСК и утрамбовывают, а ее остатки срезают заподлицо с каркасом.

Основание пуансонов обильно смазывают клеем, накладывают на него заранее подготовленное из основных брусков или фанеры днище толщиной 40 мм и прибивают гвоздями так, чтобы все его поверхности соприкасались с ПСК. Время выдержки пуансона на контрслепке 5-6 ч при температуре 15-18° С.

Для транспортировки в обтяжных пуансонах устанавливают такелажные узлы весом до 800 кг — два такелажных узла, более 800 кг — четыре такелажных узла.

Продольную плавность обтяжного пуансона проверяют плазовой рейкой. Зазор между плазовой рейкой и поверхностью пуансона не более 0,3 мм. Боковые стенки пуансона окрашивают зеленой нитроэмалью, а на торцевую часть прибивают трафарет, содержащий: тип изделия, шифр детали, дату изготовления, номер цеха изготовителя, клеймо.

В результате отступления от технологического процесса могут появиться усадка или стрела прогиба значительной величины, которые крайне нежелательны для обтяжных пуансонов. Поэтому их проверяют ШКС, по которым изготавливали макет поверхности. Допустимый зазор между шаблоном и поверхностью пуансона 0,8 мм. Пуансоны запускаются в работу после 48 ч выдержки. Выколотку производят резиновыми молотками.

Обтяжные пуансоны для обшивок из эпоксидной композиции. Обтяжные пуансоны могут быть двух видов: с металлическим поддоном или монолитные. Первый вид пуансонов представляет собой каркас (металлический или деревянный), на котором смонтированы поддон из стального или дюралюминиевого листа толщиной 1,5-2 мм. Поддон облицовывают эпоксидной композицией, образующей рабочую поверхность обтяжного пуансона. Второй вид представляет собой каркас (металлический или деревянный), заполненный ПСК или бетоном. На втором заполнителе располагают облицовку из эпоксидной композиции, образующую рабочую поверхность обтяжного пуансона толщиной 10-20 мм. На обтяжных пуансонах располагают такелажные узлы (обычно 4). Необходимая форма рабочей поверхности обтяжного пуансона может быть получена по контррелепке и доводкой контура обтяжного пуансона по шаблонам, составляющим его каркас. Пуансон (с деревянным каркасом) изготавливают способом отсlenковки от контррелепка. После отверждения облицовки пуансон снимают с контррелепка, устанавливают на основание и рабочую поверхность доводят столярным или слесарным инструментом, предварительно смыв бензином или ацетоном.

2.9.2. Конструкции и технология изготовления болванок

Болванки монолитные. Монолитные болванки из хвойной древесины изготавливают из отдельных щитов заготовок. Существенное влияние на прочность болванки оказывают толщина щитов, идущих в общий массив, а также их расположение. Чем толще применяемые в массиве щиты, тем меньше прочность болванки. Оптимальная толщина щитов, склеенных из отдельных сосновых реек – 60 мм. Расположение щитов-заготовок и, следовательно, направление волокон древесины может быть разное: продольное, смешанное, взаимно перпендикулярное и в «елочку».

Из перечисленных разновидностей наиболее высокими физико-механическими показателями обладает массив, у которого щиты расположены в «елочку».

Для изготовления болванок подбирают доски необходимой толщины (с влажностью 3-10 %) и торцуют на торцовочном станке в размер заготовки. Заготовки-брусочки подбирают по размерам болванки, предварительно их торцуют,

фугуют и распиливают на циркулярной пиле до необходимого размера. Затем бруски собирают в щиты, наносят кистью казеиновый клей В-105 и производят открытую пропитку в течение 206 мин при температуре 16-20° С. После этого собранным в щиты брускам дают пропитку в течение 4-8 мин и закладывают под пресс. Время выдержки щитов под давлением составляет 2-4 ч.

Обрабатывают и доводят болванку на п/кондукторе. Для этого ее строгают шерхебелем и рубанком до полного удаления углов на всех брусках, выходящих на рабочую поверхность болванки до получения ровного криволинейного контура поверхности без выступов и провалов.

После предварительной обработки болванка должна быть полнее рабочего контура шаблона на 3-5 мм. Основание болванки обрабатывают фуганком под линейку, торцы опиливают и после этого болванку устанавливают и жестко фиксируют прижимными домкратами на плите разметочного стенда. Положение шаблонов на определенных участках (дистанциях) по сечениям болванки фиксируют п/кондукторными угольниками. Болванку по сечениям обрабатывают обычным порядком с применением шаблонов контура сечений, которые базируют на угольники стенда. Расположение шаблонов и их количество задают специальной схемой, разрабатываемой отделом холодной штамповки. Для деталей сложной конструкции, в чертежах которых представляется изготовление через эталонирование, например патрубков, оснастку изготавливают в два этапа. Сначала изготавливают болванку по шаблонам контура сечений, выполненным по данным чертежа и конструктивного плаза по болванке изготавливаемой детали по существующей технологии. После эталонирования патрубка на машине болванки доводят по ПС и эталону, затем выпускают в серию.

Для увеличения срока эксплуатации болванок облицовку и рабочую поверхности изготавливают из более твердых пород дерева. Конструктивно такую болванку выполняют по-разному. Чаще всего основной массив изготавливают из сосны, а рабочую часть, подвергающуюся более быстрому износу, – из дуба, бука. Также, болванки изготавливают из сосны с облицовкой из баленита. Зону из баленита выполняют отдельно и вставляют в болванку в выбранный паз, крепят клеем и шурупами впотай.

Болванки пустотелые. Пустотелые болванки из хвойной древесины бывают двух видов: набранные на лекала и набранные на подрамники. Пустотелая болванка, набранная на лекала, состоит из поперечных фанерных шаблонов (легкая) толщиной 20-25 мм, установленных на центральный брус, и обшивки, выполненной из продольных реек сечением 40-60 мм.

Ввиду того, что болванки, набранные на лекала, требуют значительного времени для изготовления, они выполняются только для сложных узлов: внутренних обшивок туннелей, воздухозаборников и т.п.

Пустотелая болванка, набранная на подрамник, состоит из подрамника, установленных из него лекал и обшивки, выполненных из продольных сосновых реек сечением 40-60 мм. Пустотелые болванки с облицовкой из эпоксипласта отличаются от обтяжных пуансонов только прочностными характеристиками. Для болванок эксплуатационные нагрузки значительно меньше.

поэтому их конструкция может быть менее прочной. Болванки изготавливают также с металлическим и деревянным каркасом. Рабочая поверхность болванок должна быть хорошей в течение всего времени ее использования, особенно для деталей с резкими переходами контуров. Поэтому деревянные болванки на серийных заводах заменяют свинцово-цинковыми или из эпоксидных смол, т.е. из более стойких материалов. При ремонте болванок из эпоксида поврежденные места обезжиривают и на них накладывают слой эпоксидной массы необходимой толщины. Места с повреждениями сушат рефлектором, а затем поверхность болванки в зоне ремонта дорабатывают вручную до нужной формы и размера.

2.9.3. Технология изготовления и применения формблоков

Разновидности формблоков. Формблок служит для формирования деталей на гидропрессе путем обжатия листовки заготовки резиной. Он выполняет роль пуансона, и поэтому его изготавливают по внутренним размерам и форме штампуемой детали. На формблоке производят следующие операции: отгибку бортов, отбортовку отверстий с одновременной их просечкой, формовку бортов и подсечек, вогнутых и выпуклых зон, расположенных на плоскости детали. При наличии на деталях отбортовок, рифтов и подсечек возникает необходимость воспроизведения точного рельефа этих элементов конструкции путем обжатия резиной, для чего дополнительно применяют жесткие прижимные накладки, изготовленные совместно с формблоком.

Классифицируют формблоки по технологическим и конструктивным признакам деталей, контуры которых выполняют при помощи формблоков. Все детали, формируемые резиной на формблоках, можно подразделить на восемь групп:

1. Плоские детали.
 2. Детали, имеющие один борт.
 3. Детали, имеющие два борта, направленные в одну сторону.
 4. Детали, имеющие два борта, направленные в разные стороны.
 5. Детали, имеющие два борта, направленные в разные стороны с дополнительным бортиком жесткости.
 6. Детали, у которых борта образуют закрытый контур (типа коробочки). Поверхности таких деталей могут быть гладкими или с отбортовками и рифгами. Контур детали может быть как прямолинейными, так и криволинейными.
 7. Детали с одним или двумя криволинейными бортами, направленными в одну или разные стороны. Контур таких деталей могут быть прямолинейными (например, лопжерон руля). Поверхности деталей гладкие или с различными отбортовками.
 8. Детали, сложные по конфигурации, имеющие специфические особенности при изготовлении (например, закрутку или кривизну по контуру).
- В соответствии с этой классификацией деталей, формблоки также делятся на восемь групп.

Формблоки для деталей первой группы изготавливают толщиной до 20 мм и выше, в зависимости от габаритов формируемой детали. Для выполнения в детали лунок, отбортовок и рифтов жесткости в формблоках предусматривают соответствующие элементы (выпуклые или вогнутые). В зависимости от глубины и конфигурации получаемые в детали отбортовки могут быть выполнены за один или два перехода.

Открытие отбортовки формуют обычно за один переход, при этом в формлоке делают вырез глубиной больше борта детали: 4-5 мм.

Закрытие отбортовки формуют в два перехода на одном и том же формблоке. Для деталей, имеющих глубокую отбортовку, направленную вниз, кроме этого применяют отдельные вкладыши и прижимные накладки. Толщина накладок 10-15 мм. Их фиксируют на те же шпильки, что и детали. Рабочие края накладок снимают под углом 60° и скругляют: $R = 6$ мм.

Формблоки для деталей второй группы изготавливают такой толщины, чтобы расстояние от края формируемой детали до основания формблока составляло 8-10 мм. Стандартная высота формблоков 30-40 мм. Для формовки деталей второй группы прижимную накладку не применяют только в том случае, если ширина стенки детали в 4 раза больше высоты ее борта. При ширине стенки детали от 25 мм до размера, равного четырем высотам ее борта, формблоки изготавливают с накладками. Если ширина стенки детали менее 25 мм, то ширина формблока не должна быть менее 40-45 мм. При этом на накладке делают выступ, равный толщине материала детали. Высота пакета (формблок-деталь-накладка) для всех типов деталей не должна превышать 70 мм. Если деталь имеет с двух сторон отбортовки, а другие две стороны не имеют отбортовок, то торцы формблока для такой детали в том месте, где нет бортов, делают на 15-20 мм полнее детали. Кроме формблоков в этих местах для предохранения резины скругляют ($R=5$ мм). Формблоки длинные и узкие, подковообразной формы, имеющие R кривизны менее 1500 мм, усиливают жесткостью или ставят на фанерное основание и крепят шурупами во избежание деформации формблока при формовке.

Формблоки для деталей третьей группы, имеющих закрытую малку у одного или двух бортов, изготавливают разъемными для возможности снятия детали после формовки. При изготовлении таких формблоков размер «А» обязательно делают больше, чем размер «Б».

Формблоки для деталей, заканчивающихся острым углом, с шириной стенки менее 10 мм (например, хвостики нервюр), упрочняют на участке длиной 40-60 мм, т.е. расширяют основание формблока, делая открытую малку в 30-40°. При таком формблоке требуется ручная доводка деталей, что не всегда целесообразно. Для таких деталей лучше изготовить комбинированный формблок. Его узкая часть должна быть из дюралюминия.

Формблоки для деталей четвертой группы конструктивно выполняют по-разному, в зависимости от переходов. В один переход изготавливают детали, у которых высота внутреннего борта меньше 8 мм, в этом случае формблок изготавливают со специальными упорами. Если высота внутреннего борта более 8

мм, то деталь формуют в два перехода. Длину формблока первого перехода *L*, на котором формуют внутренний борт, берут с учетом длины развернутого наружного борта детали плюс 10-20 мм. Кромки формблока в этих местах для предохранения резины скругляют до $R = 5$ мм. В накладке формблока второго перехода делают паз для предохранения внутреннего борта во время формовки наружного борта.

Формблоки для деталей пятой группы. Детали этой группы изготавливают обычно в три перехода, поэтому и формблоки изготавливают для каждого перехода. На формблоке первого перехода формуют бортик жесткости. Для увеличения давления при гибке бортика на общее фанерное основание формблока ставят упор. Рабочую кромку упора обрабатывают эквидистантно рабочей кромке формблока примерно на расстоянии 25 мм. Ширину формблока «В» берут с учетом высоты развернутого контурного и неконтурного бортов. На формблоке второго перехода формуют неконтурный борт. На формблоке третьего перехода формуют контурный борт. Ширина такого формблока должна быть не менее 40 мм. Детали данного типа зачастую формуют и в два перехода. Формблок при этом выполняют двойной, т.е. рассчитанный на две заготовки (по ширине), и с двумя прижимными накладками. Процесс формовки таких деталей заключается в следующем: за первый переход первоначально формуют большой борт жесткости и частично малый бортик жесткости. Затем заготовку поворачивают на 180° , фиксируя ее по тем же шпильчатым отверстиям на новые шпильки. На деталь накладывают и фиксируют накладку. На освободившееся место устанавливают новую заготовку детали. Причем до формовки основного борта вручную слегка формуют бортик жесткости. При вторичной формовке отформовывают основной борт и окончательно откалибровывают малый бортик жесткости.

Формблоки для деталей шестой группы. Детали этого типа формуют в два перехода. На формблоке первого перехода формуют бортики жесткости, а на формблоке второго перехода – основной борт. Чтобы снимать деталь с формблока, его изготавливают разъемным из двух половин. При этом размер «А» делают больше размера «В» на 2-3 мм.

Формблоки для деталей седьмой группы. Детали этого типа в зависимости от направления бортов изготавливаются в один или два перехода. Если борта направлены в одну сторону, то изготавливают только один формблок, на котором формуют оба борта. Если борта направлены в разные стороны, то изготавливают формблоки для двух переходов. На формблоке первого перехода формуют внутренний борт, а если борта наружные, то любой из бортов. Ширину формблока в каждом сечении берут с учетом высоты развернутого второго борта. Формблоки второго перехода изготавливают с прижимной накладкой, предохраняющей отогнутый борт во время формовки второго борта. Толщину прижимной накладки берут в зависимости от высоты отогнутого борта детали.

Формблоки для деталей восьмой группы по конструктивному оформлению аналогичны перечисленным выше. Их особенность заключается только в том, что формблоки этого типа имеют сложную форму, а иногда частично двойную кривизну. Для повышения точности изготовления по ним деталей такие фор-

мблоки должны быть увязаны с другой заготовительно-штамповочной оснасткой. Для объемных деталей типа окантовок и жесткостей со стрелой прогиба меньше 90 мм изготавливается так называемый кривой формблок. Обработку контура такого формблока ведут по шаблонам ШКС, а выборку материала под подсечку и внутреннюю отбортовку – по шаблону ШВК, зафиксированному на шпильке. Шаблон ШВК изготавливается при этом развернутым и увязанным с шаблоном ШРД по шпилечным отверстиям. Комплексно к формблоку изготавливают и прижимную накладку.

Технология изготовления формблоков. Формблоки изготавливают из стали, цинка, сплава АЦ-13, баленита, дельта-древеси́ны и, в исключительных случаях, из березовой фанеры. Формблоки из стали неудобны вследствие большого веса и значительной трудоемкости их изготовления, но долговечны.

Формблоки из цинка и АЦ-13 не стойки и ломаются при падении и ударе. Наиболее удобны формблоки из баленита и дельта-древеси́ны. Их стойкость достаточно велика. С такого формблока получают до 1000-1200 деталей. Однако на формблоках, изготовленных из баленита и древеси́ны, получаются детали несколько меньшей точности, чем изготовленные из металла.

При выборе материала для изготовления формблоков руководствуются следующим. Формблоки из стали применяют для деталей, связанных с паружным контуром изделия, для деталей с бортами двойной кривизны, имеющих малую жесткость стенки, а также для деталей, у которых окончательная ручная доводка бортов производится на формблоке, причем, если партия таких деталей велика. Формблоки из цинка и сплава АЦ-13 применяют для деталей, имеющих сложный рельеф рабочей поверхности. Такие формблоки лучше всего изготавливать способом отливки. Возможна ручная доводка деталей на формблоках из цинка и АЦ-13.

Формблоки из плиточного баленита марки ДСП-31 или из авиационной плиточной дельта-древеси́ны марки ДСП-10 применяют для всех остальных деталей. Доводка деталей на таких формблоках возможна, но в ограниченном количестве (40-50 шт.). Подавляющее большинство формблоков изготавливают по шаблонам ШВК. Иногда формблоки для деталей, штампуемых в два перехода, изготавливают по шаблонам ВК и ШК. В этом случае шаблон ПЖ применяют для изготовления формблока второго перехода. Формблоки для деталей Z-образного сечения изготавливают в два перехода, а шаблон применяют один и тот же как для первого, так и для второго перехода. Для изготовления формблоков, имеющих подсечки, а также выпуклые и вогнутые зоны, расположенные в плоскости детали, кроме шаблона ШРК применяют шаблон ШРС.

Разновидностью формблока является оправка, которую выполняют из баленита. Оправки применяют только для ручной обводки деталей. Если деталь сложная, имеет несколько сгибов по бортам и продольные рифты, то для нее изготавливают и формблок и оправку.

Рубильники. Для изготовления и контроля деталей, имеющих большие габариты, сложную конфигурацию и большие малки, изготавливают рубильники. Рубильники изготавливают для деталей из прессованных профилей.

Источником для изготовления служит шаблон ШК. Материал, как правило, – балснит. При необходимости формовки двух бортов на рубильник устанавливаются упорные бобышки.

2.10. Использование автоматизированных методов и средств в плазово-шаблонном производстве

Расчет контуров сечений для передачи в системы «AutoCad», «СГМ» и «ANVI». В дополнение к данным, необходимым для расчета таблиц сечений и следов конструктивных элементов вводятся признаки системы, для которой необходимо получить контур. По этому признаку рассчитанный контур и следы записываются в соответствующем формате в файл с расширением, характеризующим, для какой системы он предназначен. Затем файл передается на другой персональный компьютер или ЭВМ и средствами системы «AutoCad», «СГМ» или «ANVI» вводится в рабочий файл.

Контур и следы конструктивных элементов передаются в систему «AutoCad» для последующего получения конструктивного плаза нервюры, лонжерона, шпангоута, балки и т.д.

Контур и следы конструктивных элементов передаются в системы «СГМ» и «ANVI» для получения управляющих программ обработки объемной оснастки на станках с ЧПУ.

Применение персональных компьютеров при проведении плазовых работ. В период освоения изделия в плазово-шаблонном цехе стали широко внедрять персональные компьютеры (ПК), что позволило в значительной степени ускорить графическую часть проработки чертежей с одновременным повышением точности выполняемых работ. В этой связи стали применять программное обеспечение системы автоматизированного проектирования (САПР) «AutoCad», представляющей собой графический редактор и использующийся как средство автоматизации конструкторских работ, связанных с вычерчиванием и увязкой теоретических и конструктивных плазов.

Основное назначение системы – создание, редактирование и выдача управляющей информации на графопостроитель или использование данных при составлении программ для станков с ЧПУ. Также система позволяет создавать графический образ на экране монитора ПК по результатам данных, полученных путем расчетов на ЭВМ. Как правило, это следы пересечения теоретической поверхности, теоретических и конструктивных плоскостей, следы различных тяг, качалок и т.д., а также траектории узловых точек кинематических звеньев.

Главным достоинством системы является то, что она представляет собой средство автоматизации плазовых работ, связанных с геометрической взаимной увязкой деталей, узлов и агрегатов ЛА.

Использование системы также позволило ускорить получение данных для внесения изменений в чертежи, по результатам плазовой проработки, тем самым сократились сроки запуска изделия.

Конструктор плазового отделения, используя систему «AutoCad», на экране монитора создает рабочий файл. Файлу присваивается имя (любое, на усмотрение его создателя) и под этим именем он хранится в памяти ПК в виде упорядоченной информации. Один и тот же файл может находиться в разных расширениях и использоваться в зависимости от его предназначения. Например, файл с расширением DWG – графический файл для работы с дисплеем. Файл с расширением DRW – управляющая информация для вычерчивания этого файла на графопостроителе.

Система «AutoCad» содержит в себе множество команд, обеспечивающих решение геометрических, математических и чертежных задач, связанных с выполнением данной работы.

Приводим краткий перечень некоторых свойств:

1. Проводит прямые линии.
2. Чертит окружности.
3. Проводит касательные к дугам.
4. Проводит дискретные кривые с последующим их сглаживанием.
5. Проводит эквидистанты на желаемой дистанции к прямым и кривым.
6. Проводит квазиэквидистанты.
7. Чертит эллипсы.
8. Делит отрезки на n разных частей.
9. Разворачивает объект, узел или всю прорисовку на нужный угол относительно произвольно заданной точки.
10. Перемещает объект или всю прорисовку на экране.
11. Копирует объект или всю прорисовку в произвольно выбранную точку.
12. Выдает в цифрах длины дуг и окружностей.
13. Выдает величины углов между прямыми.

Перечисленное выше – далеко не полный перечень возможностей в сочетании с широким спектром подсказок (в левом нижнем угле экрана) позволяет пользователю ПК в режиме диалога оперативно выполнять поставленную задачу.

Технологический процесс изготовления конструктивных плазов (КП) с использованием ПК.

1. Ознакомиться с чертежом.
2. Совместно с ведущим конструктором плазового КБ определить виды и сечения, которые необходимо вычертить, а также обсудить компоновку расчерчиваемого конструктивного плаза.
3. Составить задачи для расчетов на ЭВМ.
4. Выписать задействованные в расчерчиваемой конструкции нормали профилей, параметры подседек, выштамповок и толщины листовых деталей.
5. Рассчитать развертки бортов листовых деталей.
6. Составить эскиз для удобства работы на ПК.

Во-первых, в силу ограниченности пространства у ПК, работа со сборочными чертежами представляется весьма затруднительной. Во-вторых, составление эскиза – один из этапов освоения и плазовой обработки чертежей.

7. Приступить к работе на ПК.

Работа на ПК складывается из следующих этапов.

- а) Включить компьютер.
- б) После его загрузки нажать клавишу F2, на экране появится меню, курсором указать «AutoCad» и нажать клавишу «ввод».
- в) Войти в «AutoCad», открыть файл и присвоить ему имя.
- г) Определить габариты прорисовки и по их размерам вычертить на экране дисплея прямоугольную рамку.
- д) Если для получения следов теоретической поверхности, осей стрингеров, тяг и т.д. были выписаны задачи в расчетную группу цеха и ответ получен в виде файла, то при помощи магнитной дискеты файл копируется на рабочий компьютер плазовика.

Далее, используя полученный файл и ранее подготовленный эскиз, вычертить конструктивный плаз. При вычерчивании использовать весь мощный персонал возможностей графической системы «AutoCad».

В процессе вычерчивания возникает множество вопросов к конструктору ОКБ (разработчику чертежа). В ходе решения этих вопросов конструкция совершенствуется, уточняется. В неучтенный комплект чертежа вносятся изменения, дополнения, добавляются недостающие виды, сечения, размеры и убираются лишние.

После того, как плаз вычерчен и все возникшие конструктивные вопросы решены конструктором ОКБ и внесены соответствующие изменения в кальку, проводится плазовая увязка-прорисовка, при этом указывается масштаб прорисовки на бумаге и диамаме.

Первая прорисовка выполняется на бумаге в указанном в РТК масштабе. Масштаб зависит от соотношения номинальных размеров прорисовки и размеров бумаги, предназначенной для этих целей. Полученная на бумаге прорисовка тщательно анализируется на предмет соответствия замыслу, полного охвата и рациональности компоновочного решения. По возможности (если позволяет масштаб) делаются контрольные замеры. В случае обнаружения ошибок, возникших изменений, дополнений, перекомпоновки графический файл дорабатывается, затем вновь переводится в DRW (при этом предыдущая версия этого файла автоматически стирается). Далее все повторяется по схеме вновь расчерчиваемого КП. Количество прорисовок на бумаге зависит от того, насколько прорисовка соответствует замыслу ее создателя, т.е. насколько полно несет информацию о размерах и форме расчерченной конструкции.

После окончательной доводки на бумаге файл вычерчивается на диамаме. На готовой прорисовке плазовиком несмываемой тушью рейсфедером наносятся информация о деталях, следах поверхностей, осевых линиях, даются стрелки видов и сечений. В примечании указываются вид вычерченной конструкции, какой борт, какому направлению бортов соответствуют знаки малок и другие поясняющие пункты, помогающие оперативно разобраться в изображенном графическом сюжете.

В паспорте КП пишется номер сборочного чертежа, его название, указывается серия его запуска, количество листов КП, фамилии исполнителей, контролера, ведущего конструктора и начальника КБ.

Готовый КП регистрируется в специальной книге КБ. Регистрационный номер пишется в каждом угле КП, после чего КП сдается в архив для хранения.

Изготовление плазов, шаблонов и объемной оснастки с применением ПЭВМ и станков с ЧПУ. Частая сменяемость объектов производства при одновременном усложнении конструкции входящих деталей и ускорения темпов освоения и выпуска новых образцов изделий, общая для всех отраслей промышленности, послужила причиной возникновения интенсивного развития нового средства автоматизации – числового программного управления (ЧПУ), которое одновременно с высоким уровнем производительности и качества обработки обеспечивает легкость перехода от одного объекта производства к другому.

Наиболее полно достоинства ЧПУ проявляются при обработке деталей (шаблонов, объемной оснастки) сложной геометрической формы, что обусловило его особенно широкое распространение в авиационной промышленности. Важным преимуществом использования оборудования с ЧПУ является резкое сокращение производственных циклов как для вновь осваиваемых, так и для серийно выпускаемых изделий.

Специфика ЧПУ наряду с возможностью автоматизации собственно механической обработки создает серьезные предпосылки для совершенствования поверхностей и элементов оснастки путем изменения задания, переработки, контроля геометрической информации об обрабатываемых деталях. Таким образом, при автоматизации производства на базе широкого использования оборудования с ЧПУ возникает проблема автоматизации подготовки производства.

Эволюция технологии формообразования и геометрической увязки объектов производства приводит к необходимости перехода от классического плазово-шаблонного метода к перспективному методу автоматизированного формообразования, использующему средства с ЧПУ и электронно-вычислительной техники для автоматизированного независимого изготовления как деталей изделия, так и элементов объемной оснастки. В связи с этим возникает необходимость в программном обеспечении, автоматизации на базе единой системы ЭВМ подготовки управляющих программ изготовления различных шаблонов и объемной оснастки на оборудовании с ЧПУ, перекодировки информации с одного устройства управления на другое, а также графоаналитического контроля управляющих программ с использованием быстродействующих чертежных автоматов.

Покажем на примерах изготовление плазов, шаблонов и объемной оснастки с применением ЭВМ и станков с ЧПУ для линсчатых поверхностей и поверхностей двойной кривизны.

Изготовление плазов и шаблонов с применением ПЭВМ и станков с ЧПУ. После утверждения теоретических чертежей бюро математического обеспечения плазово-шаблонного цеха составляет математические модели на агрегаты линейчатой поверхности (крыло) и агрегаты двойной кривизны (фюзеляж, гондола двигателя), подготавливает сводную таблицу с уравнениями конструктивных элементов агрегатов (шпангоутов, балок, нервюр, лонжеро-

нов). На базе этих данных плазовое отделение выполняет построение теоретических, конструктивных плазов и рабочих шаблонов. При изготовлении шаблонов на станках с ЧПУ можно выделить основные группы: а) группа шаблонов, контур которых частично или полностью выходит на теоретический контур (ТК), и недостаточная точность увязки контуров отдельных сечений и их взаимного положения вызывает нарушение плавности поверхности агрегата; б) группа шаблонов, контур которых составляет внутреннюю конструкцию агрегатов. Недостаточная точность взаимной увязки этих объектов приводит к необходимой подгонке при сборке.

Рассмотрим процесс изготовления теоретических плазов (ТП).

Пример. Прорисовать ТП совмещенных сечений нервюр закрылка отъемной части крыла (ОЧК) со следами лонжерона и базовым отверстием (БО) в системе оси вращения закрылка:

1) Закрылок-агрегат линейчатой поверхности, для которой рассчитана ММ (математическая модель).

2) Уравнение плоскостей нервюр, лонжеронов, координаты оси вращения закрылка берем из таблиц.

ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ: математические модели (ММ) уравнения продольных и поперечных элементов должны быть выполнены в единой системе координат.

3) С помощью специальных программ расчета сечений линейчатой поверхности получаем файл, в котором указаны координаты сечений со следами продольных элементов по каждой нервюре. Далее, считывая результаты расчета на компьютер, где производится их обработка, в графическом реакторе «AutoCad 10», используя перекодировщик «Wcod», создается файл, используемый для работы на графопостроителе типа «Aristomat-300», на котором в требуемом масштабе выполняется прорисовка плаза совмещенных сечений, вначале на бумаге, а затем на диапозитиве. После выполнения прорисовки, используемые файлы можно сохранить в сжатом виде (заархивировать). При необходимости архивный файл можно разархивировать и использовать в очередной работе. Проводятся сечения, соответствующие определенному графическому редактору «AutoCad 10», и дорисовываются все необходимые конструктивные элементы, БО, траектория движения инструмента. После завершения геометрической проработки подготавливается управляющая программа для обработки шаблонов на просечном станке с ЧПУ типа «TRUMATIC-300» с линейно-круговым интерполятором.

Процесс подготовки управляющей программы заключается в том, чтобы разнести по уровням (предварительно открытым по номерам используемого инструмента) соответствующие конструктивные элементы – все это выполняется на компьютере, в графическом редакторе «AutoCad 10». Для смены инструмента имеется блок с именем «Smena», в котором указана координата смены инструмента, представляющая собой точку. С использованием программы TR-300 и с учетом особенностей работы станка необходимо включать поочередно уровни в соответствии с последовательностью выполнения технологических операций. После завершения программирования создается файл, где указаны

координаты перемещения центра инструмента, скорость и подача. Полученный файл с помощью компьютерной сети передается на графопостроитель с тем, чтобы, получив и исполнив прорисовку, можно было проконтролировать правильность выполнения работы в соответствии с технологическим заданием. С помощью специальной программы производится тестирование файла, в результате чего программа выводит на печать следующие данные:

1. Минимальные и максимальные значения координат маршрута инструмента.
2. Размеры заготовок.
3. Расчет параметров станочной системы (декадники).
4. Расчет координат установки шаблона.
5. Контроль вписываемости координат точек смены инструмента на рабочем столе.
6. Расчет файла с управляющей информацией.

После проверки правильности программы нужно переименовать файл в формат, удобный для считывания его станком TR-300.

Помимо этого, заполняется технологическая карта с указанием всей необходимой информации о шаблонах и передается на станок оператору. После обработки шаблона на станке его передают в слесарное отделение для окончательной доводки. После этого шаблон отправляется в цех-потребитель.

При составлении программы изготовления шаблонов на агрегат двойной кривизны процесс аналогичен, отличие лишь в том, что на агрегат двойной кривизны существует собственная математическая модель и расчет сечений ведется по специальной программе расчета поверхностей двойной кривизны. При составлении программы обработки шаблонов, не связанных с теоретическим контуром, геометрическая проработка выполняется по чертежу на компьютере в графическом редакторе «AutoCad 10» и далее процесс составления программ аналогичен процессу изготовления шаблонов для агрегата с линейчатой поверхностью.

Изготовление объемной оснастки с применением ПЭВМ, СВС «VAX» и фрезерных станков с ЧПУ. Любой вид оборудования включает в себя управляемый объект (станок) и систему управления. Система программного управления технологическим оборудованием создается на базе специализированных или универсальных вычислительных средств, называемых устройствами числового программного управления (УЧПУ). Комплекс средств управления, включающий в себя УЧПУ как составную часть, называется системой ЧПУ. Основная задача управления – управление наложением инструмента в пространстве.

УЧПУ осуществляет управление оборудованием на основе последовательности цифровых команд, образующих управляющую программу.

Команды программы определяют траекторию движения инструмента и скорость перемещения. Оборудование с ЧПУ относится к классу многомерных систем управления, т.е. как входной (команды УП), так и выходной (команды движения инструмента) сигналы представляют собой векторы. Компоненты векторов называются координатами оборудования. Например, трехкоординат-

ный фрезерный станок с ЧПУ имеет три управляющие координаты: X ; Y ; Z , где X и Y соответствуют продольному и поперечному движению стола, а Z – движению пинали шпинделя. Каждая координата станка управляется отдельным сервоприводом. Требуемая траектория движения инструмента в пространстве образуется за счет совместного согласованного управления по всем трем координатам. Любая система автоматизированного проектирования (САПР) осуществляет формирование управляющей программы в два этапа.

На первом этапе обработку входной информации реализует блок САПР, называемый процессором. Он выполняет комплекс геометрических и технологических расчетов, решая задачи безотносительно к конкретной модели технологического оборудования с ЧПУ.

Результатом работы процессора является полностью рассчитанная траектория движения инструмента. Полученные промежуточные данные носят название CLDATA (Cutter Locate Data). Результаты работы процессора обрабатываются другим блоком САПР – постпроцессором, который непосредственно формирует управляющую программу. Постпроцессор ориентирован на конкретную модель технологического оборудования с ЧПУ.

Объемная оснастка и ее изготовление на станках с ЧПУ. Группа программной обработки оснастки получает от технолога тех. задание на изготовление объемной оснастки (болванки, оправки, рубильника, пуансона, матрицы и т.д.). С точки зрения геометрии могут быть линейчатые, двойной кривизны, поверхности элементарных геометрических объектов (куб, цилиндр и т.д.).

Управляющие программы обработки оснастки на станках с ЧПУ получают, используя графические системы СГМ (система геометрического моделирования), Anvil-500, установленный на ЭВМ «VAX».

Предварительная подготовка геометрии поверхностей агрегатов для анализа габаритов оснастки, положения базовой плоскости – основания болванки, лежащей на столе фрезерного станка, осуществляется по математическим моделям соответствующих агрегатов с помощью специальных программ.

1. Для подготовки геометрии болванок с линейчатой поверхностью используется программа расчета поперечных сечений линейчатой поверхности. По этой программе получают два исходных профиля, являющихся направляющими поверхности. Дистанции исходных профилей указываются технологом в тех. задании. Сечения выдаются в виде дискретных кривых, которые подаются на выход системы SGM. В SGM через исходные профили натягивается линейчатая поверхность. Если требуется по тех. заданию, наносятся следы конструктивных элементов (нервюры, стрингеры, лонжероны и т.д.). Затем с помощью функций механообработки с ЧПУ системы SGM можно получить траекторию инструмента механообработки.

2. Для подготовки геометрии болванок с поверхностью двойной кривизны используются программа расчета сечений поверхностей двойной кривизны на произвольном каркасе и программа расчета и подготовки каркасно-заданной поверхности по математической модели клеточной поверхности. Для каркасно-заданной поверхности по программе формируется массив координат точек поверхности, который будет входным для построения каркасной поверхности

методом Кунса в графической системе SGM. При расчете по сечениям математической модели определяются коэффициенты уравнения плоскости для каждого сечения. С помощью «3-D» геометрии получают поверхность, а затем с помощью функций механообработки с ЧПУ – траекторию перемещения инструмента механообработки.

3.) Болванки, представляющие собой элементарные геометрические объекты, строятся с помощью функций «2-D» и «3-D» геометрии. Траекторию перемещения инструмента механообработки получают с помощью функций механообработки с ЧПУ.

Функции механообработки с ЧПУ управляются с помощью набора параметров настройки, где предварительно устанавливаются определенные значения, которые могут быть изменены по желанию пользователя системы SGM. В результате утилит ЧПУ получают выходной файл CLDATA, который является входным для постпроцессора. В результате работы постпроцессора получается управляющая программа обработки детали на станке с ЧПУ. Далее необходимо выполнить контроль программ на графопостроителе. Управляющие программы (УП) передаются на графопостроитель с ЭВМ «VAX» по сети. После контроля УП также по сети передаются на ПЭВМ, где пакетом программ CNC (Computer Numerical Control – программируемая система ЧПУ) программист перекодирует УП в программы, передаваемые на станок по кабелю через УЧПУ УМС-15.

Глава 3

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИИ САМОЛЕТА

3.1. Конструкционные металлические материалы

В конструкции силовых узлов самолета Ил-114 применяются различные марки сталей, алюминиевые, титановые и другие цветные сплавы, которые обеспечивают заданные прочностные характеристики конструкции.

Стали. Среди сталей самое большое применение получила сталь средней прочности 30ХГСА, из которой изготавливают 40% всех стальных узлов самолета. Она обладает хорошей свариваемостью и прочностными характеристиками в закаленном состоянии в пределах 90-140 кгс/мм².

Наряду со сталью 30ХГСА, в конструкции самолета Ил-114 применяются стали 40ХНМ2А, 30ХГСН2А, 20ХГСН2МФА, 14Х17Н2, 07Х16Н6, ВНС-5Ш, 30Х2НВА и 12ХН3А, литейные сплавы 35ХГСЛ, ВЛ-3.

Сталь 40ХНМ2А используется для изготовления болтов и ответственных деталей, работающих на ударные нагрузки. Из высокопрочных сталей марок 30ХГСН2А и 20ХГСН2МФА изготавливают узлы шасси, крупногабаритные детали типа «монорельс». Сталь 30ХГСН2А в закаленном состоянии может иметь прочность до 180 кгс/мм². Из сталей 14Х17Н2, 07Х16Н6, ВНС-5Ш, ВЛ-3 изготавливают детали, для которых необходимы высокие коррозионные свойства при достаточной прочности. Из сталей 30Х2НВА и 12ХН3А изготавливают детали типа шестерен и валов, работающие на износ, высокая стойкость которых достигается проведением химико-термической обработки.

Алюминиевые сплавы. Свыше 50% конструкции самолета Ил-114 состоит из алюминиевых сплавов Д16, АК6, АК4, АК4-1, Д18, В95, 1420, 1933 и др., обладающих малым весом при достаточных прочностных характеристиках. Из них изготавливают детали обшивки, силовые наборы крыла и фюзеляжа, топливные баки, трубчатые тяги системы управления, заклепки и т.п.

Титановые сплавы. В узлах самолета, где требуются высокая прочность, малый вес, коррозионные и жаропрочные свойства, применяются титановые сплавы ОТ4-1, ВТ6, ВТ22, ОТ4-0, ВТ3-1, ВТ16, литейный сплав ВТ-5Л. Из них изготавливаются детали механизации крыла – монорельсы, трубопроводы для отвода выхлопных газов двигателя, крепежные детали и т.п.

Цветные сплавы. В конструкции самолета Ил-114 широко применяются бронза БрАЖН 10-4-4, БрАЖМЦ 10-3-1.5, БрБ2, латунь Л63, ЛС 59-1 и др. медные сплавы.

Из медных сплавов изготавливают всевозможные детали электротехнического назначения, из бронзы – детали, работающие на истирание, из бериллиевых бронз – пружинные элементы.

Термическая обработка стальных деталей. Упрочняющая термическая обработка является важным технологическим процессом, обеспечивающим

прочностные характеристики самолета. Термическая обработка позволяет при высокой прочности материалов применять на изделиях минимальные сечения деталей. Это приводит к снижению веса самолета и улучшению его летно-технических характеристик.

Для самолетостроения ВИАМ рекомендовал следующие виды термообработки: высокий, неполный и низкий отжиг, нормализацию, закалку, отпуск, химико-техническую обработку (цементация, азотирование и др.). В соответствии с этим разработаны технологические процессы термообработки деталей самолета Ил-114.

1. Высокий отжиг осуществляется путем нагрева деталей до температуры, на $30-50^{\circ}\text{C}$ выше точки A_{c3} , выдержки при этой температуре и последующего медленного охлаждения с заданной скоростью. После высокого отжига сталь имеет низкие значения твердости и временного сопротивления разрыву.

Высокий отжиг применяется после горячей обработки давлением для снятия внутренних напряжений, улучшения обрабатываемости резанием, устранения структурной неоднородности и подготовки к последующей термообработке. Его недостатком является обезуглероживание поверхности детали и образование окалины в больших количествах.

2. Неполный (ускоренный) отжиг. При неполном отжиге осуществляется нагрев до температур между точками A_{c1} и A_{c3} . Массивные детали охлаждают на воздухе, а тонкие – в печи до температуры 650°C .

Прочность стали после неполного отжига примерно равна прочности после высокого отжига. Он может применяться также после операции штамповки.

3. Низкий отжиг осуществляется путем нагрева до температуры ниже точки A_{c1} . При низком отжиге после выдержки при определенной температуре детали охлаждаются на воздухе независимо от их сечения. Этот вид отжига применяется в основном после холодной деформации металла, что также снижает твердость и подготавливает структуру металла к дальнейшей закалке.

4. Нормализация – разновидность высокого отжига и характеризуется тем, что охлаждение деталей после выдержки производится на воздухе. Нормализацию применяют главным образом для исправления крупнозернистой структуры после горячей штамповки.

5. Закалка – нагрев стали до температуры выше точки A_{c3} для доэвтектоидных и A_{c1} для заэвтектоидных сталей, т.е. до температуры, достаточной для перевода феррита, перлита в аустенит и растворения карбидов, с последующим ускоренным охлаждением в закалочных средах с целью получения перенасыщенного твердого раствора. Среда для охлаждения стали выбирается в зависимости от ее химического состава. Во всех случаях после закалки требуется проводить низкий или высокий отпуск.

6. Отпуск применяется для снятия внутренних напряжений или распада перенасыщенного твердого раствора.

7. Цементация – процесс насыщения поверхности малоуглеродистой стали углеродом. Она осуществляется путем нагрева и выдержки деталей в твердом карбюризаторе или в газообразной смеси, которая содержит метан, окись углерода, водород, азот и др.

В результате цементации поверхностный слой детали на глубину до 1.5 мм имеет повышенное содержание углерода (1.2%) и из малоуглеродистой стали превращается в высокоуглеродистую сталь, способную в последующем воспринимать закалку на высокую твердость, при этом сердцевина детали остается с пониженным содержанием углерода и обладает низкой твердостью.

8. Азотирование – процесс насыщения поверхности стали азотом на определенную глубину. Азотирование осуществляется путем нагрева и выдержки деталей, прошедших предварительную термическую обработку, в среде азота или диссоциированного аммиака. В результате такой обработки на поверхности окончательно термообработанной детали образуется износостойчивый поверхностный слой глубиной до 0.5 мм, при достаточно высокой прочности сердцевины.

Такое сочетание высокой поверхностной твердости и мягкой и вязкой сердцевины обеспечивает длительную эксплуатацию деталей, работающих на знакопеременные нагрузки в условиях истирания рабочих поверхностей – это всевозможные шестерни, валы и т.п.

Термическая обработка алюминиевых деформируемых сплавов. Алюминиевые деформируемые сплавы разделяются на две группы: первая – не упрочняемые термической обработкой сплавы марок АМц, АМг1, АМг2, АМг6, а также алюминий марок АД00, АД1. Все эти сплавы подвергаются только отжигу; вторая группа – упрочняемые термической обработкой сплавы марок АК6, АК8, АК4, АК4-1, В65, Д16, Д18, В93, 1933, 1420. Все эти сплавы подвергаются закалке с последующим старением (естественным или искусственным). В случае необходимости сплавы подвергаются отжигу.

Закалке с последующим естественным старением при комнатной температуре подвергаются сплавы марок Д1, Д16, Д18, Д19.

Закалке с последующим искусственным старением при повышенных температурах подвергаются сплавы АК4, АК4-1, 1420, В93, В95.

Закалке с последующим естественным или искусственным старением подвергаются сплавы марок АК6, АК8, АК4-1, В65, Д16, Д19.

Термическая обработка титановых сплавов. Для титановых сплавов применяются термические обработки отжиг, закалка и старение.

Отжиг титановых сплавов состоит из их нагрева при температурах выше температуры начала рекристаллизации, но ниже температуры полиморфного превращения и последующего охлаждения на воздухе или с печью. Отжиг имеет целью завершение формирования структуры сплавов в результате процесса рекристаллизации, выравнивания структуры и концентрационной неоднородности, а также обеспечение высокого уровня механических свойств сплавов.

Для снятия внутренних напряжений в деталях или полуфабрикатах, образовавшихся при механической обработке, листовой штамповке и сварке, производится неполный отжиг.

Отжигу можно подвергать все титановые сплавы, в том числе и сварные детали.

Закалка и старение являются упрочняющей термической обработкой сплавов и применяются для получения высокой прочности в сочетании с удовлетворительной пластичностью.

Термическая обработка титановых деталей, на которых нет припуска, производится в защитной среде аргона, в вакууме или под слоем эмали.

Рекомендуемые ВИАМ режимы термообработки отработаны многолетней практикой на многих самолетостроительных заводах и на отдельных марках материалов могут отличаться от режимов термообработки, применяемых в общем машиностроении.

Справочные сведения об основных конструкционных материалах, применяемых в конструкции самолета Ил-114.

ЗОХГСА. Химический состав: углерод (0.28-0.35%), кремний (0.9-1.2%), марганец (0.8-1.1%), хром (0.8-1.1%), никель (не более 0.3%), железо (основа), сера (не более 0.25%), фосфор (не более 0.25%).

Нормативно-техническим документом для термообработки ЗОХГСА является ПИ 1.2.352-87: Термическая обработка деталей и сборочных единиц из сталей конструкционных и коррозионностойких для самолето-, двигателе- и агрегатостроения.

Область применения. Ответственные сварные и механически обработанные детали: болты, детали шасси, стыковые соединения, пояса, полки, работающие при температуре не ниже -70° С.

ЗОХГСН2А. Химический состав: углерод (0.27-0.33%), кремний (0.9-1.2%), марганец (1.0-1.3%), хром (0.9-1.2%), никель (1.4-1.8%), железо (основа), сера (не более 0.25%), фосфор (не более 0.25%).

Нормативно-техническим документом для термообработки служит ПИ 1.2.053-78: Основные положения конструирования и технологии изготовления деталей из высокопрочных сталей; ПИ 1.2.352-87: Термическая обработка деталей и сборочных единиц из сталей конструкционных и коррозионностойких для самолето-, двигателе- и агрегатостроения; ОСТ 1.90005-83: Стали и сплавы, показатели временного сопротивления разрыву и твердости готовых деталей. Глубина слоя при химико-термической обработке цементуемых, нитроцементуемых и азотируемых деталей.

Область применения:

40ХН2МА. Химический состав: углерод (0.37-0.44%), кремний (0.17-0.37%), марганец (0.5-0.8%), хром (0.6-0.9%), никель (1.25-1.65%), молибден (0.15-0.25%), железо (основа), сера (не более 0.025%), фосфор (не более 0.025%).

Нормативно-техническим документом для термообработки служит ПИ 1.2.352-87: Термическая обработка деталей и сборочных единиц из сталей конструкционных и коррозионностойких для самолето-, двигателе- и агрегатостроения.

Область применения: коленчатые валы, валы винта, шатуны двигателя, воздушного охлаждения и др.; массивные и силовые детали, работающие при температуре до 500° С.

Машиностроение: клапаны, шатуны, крышки шатунов, ответственные болты и силовые шпильки, шестерни, кулачковые муфты, диски турбокомпрессоров и другие, тяжело нагруженные детали сложной конфигурации, работающие при динамических нагрузках, к которым предъявляются требования высокой прочности при достаточной пластичности и вязкости. Сталь теплоустойчивая до 450° С.

30X2HBA. Химический состав: углерод (0.27-0.34%), кремний (0.17-0.34%), марганец (0.3-0.6%), хром (1.6-2.0%), никель (1.4-1.8%), вольфрам (1.2-1.6%), железо (основа), сера (не более 0.25%), фосфор (не более 0.25%).

Нормативно-техническим документом для термообработки служит ПИ 1.2.352-87: Термическая обработка деталей и сборочных единиц из сталей конструкционных и коррозионностойких для самолето-, двигателе- и агрегатостроения.

Область применения: силовые детали, работающие при температурах до 500°С; азотируемые детали.

12ХНЗА. Химический состав: углерод (0.1-0.13%), кремний (0.17-0.37%), марганец (0.3-0.6%), хром (0.6-0.9%), никель (2.75-3.15%), железо (основа), сера (не более 0.025%), фосфор (не более 0.025%).

Нормативно-техническими документами для термообработки служат ПИ 1.2.352-87: Термическая обработка деталей и сборочных единиц из сталей конструкционных и коррозионностойких для самолето-, двигателе- и агрегатостроения; ПИ 1.2. 052-78: Химико-термическая обработка сталей и сплавов.

Область применения: шестерни, в том числе шестерни распределения, шестерни эластичной передачи, ведущие и ведомые шестерни, различные валики, пальцы, поршни, оси роликов.

08Х14Н5М2ДЛ, ВНЛ-3. Химический состав: углерод (не более 0.08%), хром (13-14.5%), никель (4.5-5.5%), молибден (1.5-2.0%), медь (1.2-1.75%), ниобий (не более 0.1%), кремний (не более 0.7%), марганец (не более 1.0%), железо (основа), сера (не более 0.03%), фосфор (не более 0.03%).

Нормативно-техническими документами для термообработки служат ПИ 1.2.262-84: Термическая обработка и исправление заваркой дефектов отливок из конструкционных и коррозионностойких сталей; ПИ 1.2.052-78: Химико-термическая обработка сталей и сплавов; и

Область применения: крупногабаритные литосварные конструкции, а также высоконагруженные детали, работающие при температурах до 350° С (по согласованию с ВИАМ).

БрАЖН10-4-4. Химический состав: медь (основа), алюминий (9.5-11.0%), никель (3.5-5.5%), мышьяк (не более 0.01%), сурьма (не более 0.002%), олово (не более 0.1%), кремний (не более 0.1%), свинец (не более 0.02%), фосфор (не более 0.01%), цинк (не более 0.3%), марганец (не более 0.3%), прочие примеси (не более 0.8 % в сумме).

БрАЖН10-4-4Л. Химический состав: медь (основа), алюминий (9.5-11.0%), железо (3.5-5.5%), никель (3.5-5.5%), мышьяк (не более 0.05%), сурьма (не более 0.05%), олово (не более 0.2%), кремний (не более 0.2%), свинец (не

более 0.05%), фосфор (не более 0.1%), цинк (не более 0.5%), марганец (не более 0.5%), прочие примеси (не более 1.5% в сумме).

В бронзе, обрабатываемой давлением, допускается содержание алюминия до 11.5%; при этом содержание железа и никеля должно быть не менее 4% каждого.

Технологические данные. Сплав применяется в литом и деформированном состояниях. Обработка давлением производится при температурах 875-900° С, термическая обработка; закалка с 900° С (2 ч) в воде; отпуск при 400° С или 650 С, в течение 1.5 ч. Сваривается удовлетворительно. Паяется с трудом. Удовлетворительно обрабатывается резанием.

Области применения материала: детали, работающие при высоких температурах: шестерни, втулки, гайки, шаровые пяты и фланцы.

Д16. Химический состав: алюминий (основа), медь (3.8-4.5%), магний (1.2-1.6%), марганец (0.3-0.7%), железо (не более 0.5%), цинк (не более 0.1%), титан (не более 0.1%), никель (не более 0.05%), кремний (не более 0.5%), прочие примеси (каждой не более 0.05% и не более 0.1% в сумме).

Нормативно-технические документы для проведения термической обработки. ПИ 1.2.255-83: Термическая обработка полуфабрикатов и деталей из алюминия и алюминиевых деформируемых сплавов.

Область применения: Для основных элементов планера (панели крыла, лонжероны, балки, стыковые гребенки, обшивка гермокабины, основные шпангоуты, детали оперения), особенно в самолетах с длительным ресурсом и в местах, не доступных или трудно доступных.

АК4-1. Химический состав: алюминий (основа), медь (9-2.7%), магний (1.2-1.8%), никель (0.8-1.4%), железо (0.8-1.4%), титан (0.02-0.1%), марганец (не более 0.2%), кремний (не более 0.35%), цинк (не более 0.3%), хром (не более 0.1%), прочие примеси (не более 0.05% каждой и не более 0.1% в сумме).

Нормативно-технические документы для осуществления термической обработки. ПИ 1.2.255-83: Термическая обработка полуфабрикатов и деталей из алюминия и алюминиевых деформируемых сплавов.

Область применения: для силовых деталей сверхзвуковых самолетов (обшивка и силовой набор фюзеляжа и крыла, оперения), работающих длительное время при температуре до 150° С, а также для деталей и узлов дозвуковых самолетов, находящихся в зонах нагрева до температуры 150° С. В том числе используются для деталей реактивных двигателей, подвергающихся нагревам до температуры 250° С (крыльчатки, воздухозаборники, диски, лопатки компрессора спрямляющего аппарата и рабочие лопатки).

Титановые сплавы.

BT22. Химический состав: титан (основа), алюминий (4.4-5.9%), молибден (4.0-5.5%), ванадий (4.0-5.5%), железо (0.5-1.5%), хром (0.5-2.0%), углерод (не более 0.1%), кремний (не более 0.15%), цирконий (не более 0.3%), кислород (не более 0.2%), азот (не более 0.05%), водород (не более 0.15%), прочие примеси (не более 0.3% в сумме).

Нормативно-технические документы для проведения термической обработки. ПИ 1.2.139-80: Вакуумная термическая обработка деталей и сборочных

единиц из деформируемых титановых сплавов; ПИ 685-76: Деформируемые титановые сплавы. Термическая обработка полуфабрикатов.

ВТ1-0. Химический состав: титан (основа), углерод (не более 0.07%), железо (не более 0.30%), кремний (не более 0.10%), кислород (не более 0.20%), азот (не более 0.04%), водород (не более 0.01%), прочие примеси (не более 0.30% в сумме). Допускается содержание алюминия не более 0.7%.

Области применения материала: сварочная проволока, малонагруженные детали сложной конфигурации, длительно работающие при температурах до 150° С и детали, работающие при низких температурах (до -253° С).

3.2. Изготовление сотовых конструкций

Сотовые конструкции являются одной из разновидностей клееных слоистых конструкций и представляют собой сочетание обшивок и сотового заполнителя, расположенного между ними и предназначенного для сохранения устойчивости ошибок при нагрузках.

Применение узлов и агрегатов с сотовым заполнителем позволяет:

- обеспечить высокую динамическую прочность конструкций;
- уменьшить вес изделий;
- улучшить качество обтекаемых поверхностей;
- улучшить тепло- и звукоизоляционные свойства конструкций;
- снизить трудоемкость проектирования и изготовления.

В конструкциях применяются сотовые заполнители с ячейками шестигранной, ромбической, квадратной формы. В конструкции Ил-114 применяются сотовые заполнители с ячейками шестигранной формы и размером стороны шестигранника от 2 до 6 мм. Материалом для изготовления сот служит фольга марки АМГ-2Н толщиной 0.03-0.04 мм.

Повышение прочности соединения обшивок с сотовым заполнителем получают при уменьшении размеров ячейки. Чем меньше размер ячеек, тем больше площадь склеивания. Однако с уменьшением размера ячеек увеличивается масса заполнителя.

Изготовление сотового заполнителя. Процесс изготовления сотового заполнителя из фольги АМГ-2Н включает в себя следующие операции:

1. Обезжиривание и сушка фольги.
2. Нанесение на фольгу клеевых полос, сушка пробивка дренажных отверстий и складывание пакета.
3. Склеивание пакета в приспособлении.
4. Разрезка пакета на заготовки.
5. Фрезерование заготовок по контуру.
6. Растяжение.
7. Контроль (контролю подлежит выполнение каждой операций).

Сотовый пакет изготавливается путем набора листов с нанесенными клеевыми полосами. Количество листов фольги для пакета сотового заполнителя рассчитывается в зависимости от длины агрегата. Для получения сотовых па-

кетов с большим количеством листов разрешается склеивание сотовых пакетов между собой.

Изготовление сотовых пакетов производится на механизированной поточной линии состоящего из следующих компонентов:

1. Установка для обезжиривания фольги – УОФ-2М.
2. Автомат АСП-1000 для нанесения клеевых полос и склеивания пакетов.
3. Установка У СП-70 для группового склеивания пакетов.

Для ячейки 5 мм толщина клеевой полосы – от 5 до 12 мк, ширина клеевой полосы – от 4,0 до 4,6 мк, а для ячейки 2,5 мм толщина – от 5 до 12 мк, ширина – от 2,1 до 2,4 мк.

Нанесение клеевых полос производится клеем ВК-25. Склеивание пакета осуществляется с соблюдением режима: температура $-165 \pm 5^\circ \text{C}$, давление – от 15 до 18 кг/см², время выдержки – 1 ч.

Для получения сотовых заполнителей с четкой формой ячеек сот и требуемой геометрией поверхности необходимо правильное без перекосов взаимное расположение клеевых полос в пакете и отсутствие значительных отклонений по ширине и толщине клеевых полос.

На рис. 3.1 приведены схемы растягивания сотовых пакетов.

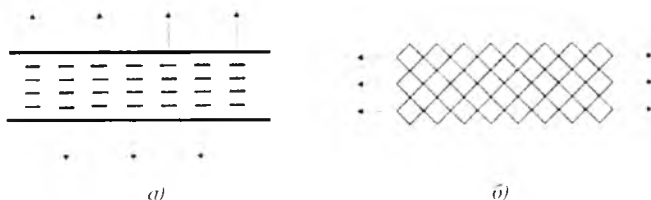


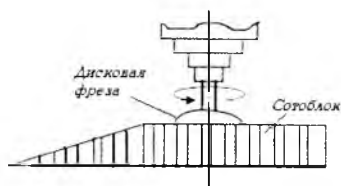
Рис. 3.1. Схемы растягивания сотовых пакетов: а – в высоту; б – в длину

Контроль качества склеивания пакета сотового заполнителя осуществляется испытанием образцов на расслаивание вырезанных из пакета.

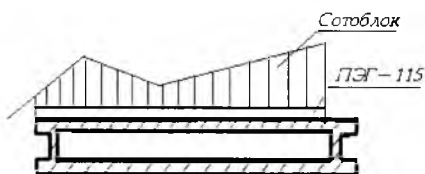
Сотовый пакет, согласно картам раскроя, размечается по шаблону или разметке. Заготовка сотового заполнителя вырезается на ленточной пиле.

Затем на станке РСУ-2-4000, РСУ-3 производится растяжка сотового пакета. Механическая обработка сотовых заполнителей из алюминиевой фольги в пакетах или растянутом виде производится фрезерованием на фрезерных станках. Фрезеровку плоско-параллельных сотовых заполнителей типа заливки кия или агрегатов, не имеющих сложных аэродинамических обводов типа триммер, обрабатывают в пакетах в сжатом виде на вертикально или горизонтально фрезерных станках типа ГФ-40и (6Р83) и др.

Механическая обработка сотового заполнителя производится в растянутом состоянии на специализированных 5-и координатных программно-фрезерных станках моделей РФП-4, РФ-6. Фрезерование производится продольными строчками по процентным линиям, образующим аэродинамическую поверхность. В качестве режущего инструмента применяют дисковые фрезы.



Для фиксации сотовых заполнителей в процессе их механической обработки, а также для придания дополнительной жесткости применяются временные технологические наполнители, которые после окончания обработки удаляются из сотового заполнителя. В качестве наполнителей для сотовых блоков из алюминия и его сплавов применяются полиэтиленгликоль (ПЭГ-115) или ксилит.



Подготовка элементов каркаса и обшивок, склеиваемых с сотовым заполнителем. После предварительной тщательной подгонки деталей каркаса, обшивок и сотового заполнителя в приспособлении (по всем склеиваемым поверхностям зазоры более 0.1 мм недопустимы) все детали из дюралюминия, подлежащие склеиванию, анодируются в хромовой кислоте.

Толщина анодной пленки 5-8 мк. После анодирования обшивки должны храниться в условиях исключаяющих их повреждения и загрязнения.

Разрыв между операциями анодирования и склеивания не более 3-х суток.

При большом разрыве, поверхности деталей, подлежащих склеиванию, необходимо покрыть грунтом ЭП-0234, что увеличивает их срок хранения до 30 суток перед склеиванием.

Сотовые блоки перед склеиванием должны быть обезжирены бензином, а затем ацетоном.

Клееборка сотовых агрегатов. Склеивание каркаса с сотовым блоком производится на клее КВК, ВКВ-9. После завершения процесса склеивания каркаса с сотовым заполнителем производится склеивание обшивок с сотовым заполнителем и элементами каркаса. Прочность соединений должна быть такой, что бы обеспечить при эксплуатационных нагрузках совместную, монолитную работу указанных деталей.

Склеивание сотовых конструкций производится пленочными клеями на фенолокаучуковой основе (ВК-32-200) и эпоксидной основе (ВК-31, ВК-51, ВК-51А, ВК-41).

Выбор марки клея определяется требованиями, предъявляемыми к клеевым соединениям по тепло-водостойкости, и способом изготовления сотового заполнителя.

Пленочный клей ВК-32-200 используется в сочетании с жидким клеем ВК-32-200 в виде подслоя. Сотовый блок в этом случае берется обязательно с дренажом, для вывода летучих выделений при термостатировании. Применение клеевых пленок ВК-31, ВК-51, ВК-51А др. в сотовых конструкциях создает определенные технологические удобства и обеспечивает равномерное распределение клея по всей склеиваемой поверхности. Сотовый блок не требует дренажа, что обеспечивает большую герметичность агрегата. После нанесения клеев время хранения агрегата до термостатирования не должна превышать 3-х суток. Режим склеивания определяется маркой клея. Склеивание сотового агрегата может быть осуществлено в автоклавах, электрических воздушных печах под вакуумом и на вакуумных столах с электрическим или паровым обогревом (рис. 3.2).

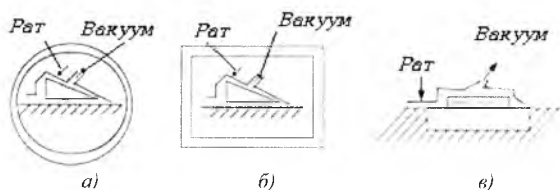


Рис. 3.2. Виды склеивания сотового агрегата:
а – в автоклавах; б – в электрических воздушных печах под вакуумом;
в – на вакуумных столах с электрическим или паровым обогревом

3.3. Резины и пластмассы

Резина отличается от других технических материалов уникальным комплексом свойств, из которых главное – высокая эластичность. Это свойство, присущее каучуку – основному компоненту резины, делает ее незаменимым конструкционным материалом в современной технике.

Исключительная способность к высокоэластической деформации и высокая усталостная прочность резины сочетаются с рядом других ценных технических свойств: значительная износостойкость, прочность на разрыв и удар, хорошее сопротивление порезам и их разрастанию, газо-, воздухо-, водонепроницаемость, бензо-, маслостойкость, невысокий удельный вес (немногим более единицы), высокая химическая стойкость, диэлектрические свойства и др.

Благодаря неповторимой совокупности технических свойств резина стала одним из важнейших конструкционных материалов в авиастроении. Основные свойства и области применения некоторых марок резин, используемых в конструкции Ил-114, приведены в табл. 3.1.

В производстве сырых резиновых смесей основным видом сырья являются каучук – натуральный (НК) и синтетический (СК).

Таблица 3.1
Основные свойства и области применения некоторых марок резин, используемых в конструкции ИЛ-114

Группа резиновой смеси	Марка резиновой смеси	Тип каучука	Плотность, г/см ³	Условная прочность при растяжении п. 3, кгс/см ²	Относит. удлинение при разрыве, н/М%, не менее	Условия работы		Назначение (виды резинотехнических деталей)	Технологические свойства
						среда	температура, °С		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тепломорозостойкие резины на основе силоксановых каучуков	ИРП-1266НТА	СКТВ-1	1.19	30	250	Воздух с повышенным содержанием озона.	-60 ÷ 250	Формовые уплотнительные и электроизоляционные детали,	Формуется, шприцуется под заготовку
						электрическое поле, Смазка ВНИИ НП-279	-50 ÷ 150	работавшие при деформации до 20% в неподвижных соединениях	
	ИРП-1338НТА	СКТВ	1.20	65	330	Воздух с повышенным содержанием озона.	-60 ÷ 250	Формовые и неформовые электроизоляционные детали	Формуется, шприцуется, каландруется
	51-1655НТА	СКТВш	1.23	60	330	электрическое поле, Смазка ВНИИ НП-279	-50 ÷ 150	(прокладки, профили для неподвижных соединений)	Формуется, шприцуется, каландруется
						Воздух	-50 ÷ 150	Формовые и неформовые уплотнительные и другие самозатягивающиеся детали	Формуется, шприцуется, каландруется

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Теплостойкие резиноподобные материалы	ИРП- 1285НТА	СКТВ-1	1,70	50	100	Воздух с повышенным содержанием озона, электрическое поле. Смазки ВНИИ НП-279	-60 ÷ 300 -50 ÷ 150	Уплотнительные и электроизоляционные детали, работающие при деформации до 10% в неподвижных соединениях	Формуется, шипрцуется на двухшнековой шипрц-машине
	ФКС-1НТА ФКС-2НТА	СКТ СКТ	2,10 2,10	90 70	80 90	Воздух с повышенным содержанием озона, электрическое поле	-70 ÷ 350	То же	То же
Теплоагресси- вностойкие резины на основе фторкаучуков	ИРП- 1287НТА	СКФ-26	2,10	135	130	Воздух, азот с парами топлив. Топлива: ТС-1; Т-6; Т-8. Масла: АМГ-10, АМГ-10Б Спирт этиловый технический	-20 ÷ 250 -20 ÷ 200 -20 ÷ 130 -20 ÷ 70	Уплотнительные резиновые и резинометаллические детали неподвижных и ограниченно подвижных соединений	Формуется, шипрцуется под заготовок на двух- шнековой шипрц-машине и на литьевом прессе
	ИРП- 1375НТА	СКЭП- 60 + СКМС- 10	1,21	110	160	Воздух с повышенным содержанием озона. Жидкость НГ Ж-5у	-50 ÷ 150 -55 ÷ 125	Уплотнительные детали неподвижных и ограниченно подвижных соединений	То же
Тепломорозостойкие резины на основе Этиленпро- пиленового каучука	ИРП- 1376НТА	СКЭП- 60 + СКМС- 10	1,09	80	300	Воздух с повышенным содержанием озона. Жидкость НГ Ж-5у	-50 ÷ 150 -55 ÷ 125	Диафрагмы гидро- аккумуляторов и другие формовые	То же

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ИРП-1377 НТА	СКЭП-60 + СКМС-10	1.23	110	120	Воздух с повышенным содержанием озона. Жидкость НГЖ-5У	-50 ÷ 150 -55 ÷ 125	Уплотнители вращающихся валов и другие уплотнительные детали	То же
Маслобензостойкие резины на основе нитрильных каучуков	В-14НТА В-14-1 НТА	СКП-18 СКН-18	1.28 1.28	ПО 120	160 150	Воздух. Масла АМГ-10; АМГ-10Б; Спирт этиловый технический	-45 ÷ 100 -60 ÷ 100 -60 ÷ 70	Формовые резиновые и резинометаллические детали подвижных и неподвижных соединений	Формуется, шприцуется под заготовку
	В-14ДНТА	СКН-18	1.20	95	250	Воздух-масла АМГ-10; АМГ- 10Б; азот-масла АМГ-10; АМГ- 10Б	-60 ÷ 100	Диафрагмы гидроаккумуляторов, работающие в среде воздуха или азота: в среде масла	Формуется
	ПО-68-1 НТА	СКН-18 + наприт	1.24	90	250	Воздух, масла МК- 8, МС-20, бензин, смазка ЦИАТИМ- 221, топливо ТС-1 Слабые растворы кислот и щелочей	-55 ÷ 100 4 ÷ 100	Формовые и неформовые резиновые детали ограниченно подвижных и неподвижных соединений	Формуется, шприцуется, каландруется до 1 мм
	98-1 НТА	СКН-18	1.16	60	180	Воздух. Масла: АМГ-10; АМГ-10Б	-55 ÷ 100 -60 ÷ 100	Формовые резиновые и резинометаллические детали подвижных и неподвижных соединений	Формуется, шприцуется под заготовку
	ИРП-1078 НТА	СКН-18 + СКН-26	1.37	120	150	Воздух. Масла: АМГ-10; АМГ-10Б и др. Топлива: ТС-1; Т-6 и др.	-40 ÷ 150 -50 ÷ 150 -50 ÷ 150	Формовые резиновые и резинометаллические детали неподвижных соединений	То же

Окончание табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ИРП-1078А НТА	СКН-26	1,41	120	150	Масла: АМГ-10; АМГ-10Б. Топлива: ТС-1; Т-6, Т-8 РТ	-50 ÷ 150 -40 ÷ 150	Формовые резиновые и резинометаллические детали подвижных и неподвижных соединений	То же
	ИРП-1353 НТА	СКН- 18М	1,44	85	170	Масла: АМГ-10; АМГ-10Б; жидкость 7-50С-3; Смазка ВНИИ НП-223	-60 ÷ 150 -40 ÷ 150	Формовые резиновые и резинометаллические детали подвижных и неподвижных соединений	То же
	3826 с НТА	СКН-40	1,35	90	350	Воздух, бензин, масла: МК-8, МС-20. Топлива: ТС-1, РТ. Вода, слабые растворы кислот и щелочей	-30 ÷ 100 -40 ÷ 100 4 ÷ 100	То же	Формуется, шприцуется под заготовку, каландруется толщиной до 1 мм
Резины на основе наирита	3508Н-4 НТА	Наирит	1,33	70	500	Воздух: Масла: АМГ-10; АМГ-10Б. Топливо: ТС-1, масло трансформаторное	-30 ÷ 100 -50 ÷ 130 -40 ÷ 130	Формовые уплотнительные детали, работающие при статической деформации, диафрагмы гидроаккумуляторов	Формуется, шприцуется под заготовку
Резины на основе натурального каучука	56 1847 2959	НК НК НК	1,41 1,05 1,17	100 160 160	450 600 500	Воздух	-50 ÷ 80	Формовые резиновые и резинометаллические детали и прокладки, работающие при многократных и статических деформациях	Формуется, каландруется до 1 мм, шприцуется под заготовку
	3311	НК	0,98	150	700	Воздух, вода	-50 ÷ 80 4 ÷ 80	Прокладки и уплотнительные детали, работающие при многократных и статических деформациях	То же

Резиновые смеси помимо каучука содержат следующие ингредиенты: вулканизирующие агенты, ускорители вулканизации, активаторы вулканизации (или замедлители вулканизации), наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, а также антиозонанты, светостабилизаторы, противопушиатели, красители и др.

Схема технологического процесса переработки резиновых смесей в детали приведена ниже.

Схема технологического процесса переработки резиновых смесей в детали



В качестве основного метода изготовления резиновых деталей в авиационной технике применяется вулканизация в пресс-формах на гидравлических прессах с электрическим, паровым или индукционным нагревом плит. Для деталей сложной конфигураций используется литьевое прессование с использованием литьевых цилиндров (рис. 3.3).

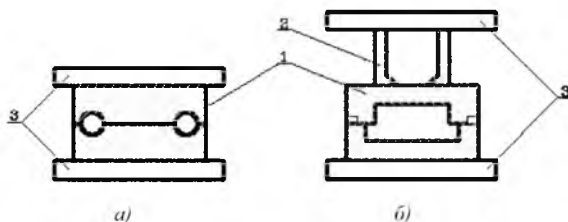


Рис. 3.3. Методы прессования деталей из резины:
 а – прямое прессование; б – литьевое прессование;
 1 – пресс-форма; 2 – литьевой цилиндр; 3 – плиты

Используемое оборудование

1. Вальцы – для перевальцевания резиновых смесей с целью восстановления их технологических свойств.

2. Гидравлический вулканизационный пресс – для изготовления формовых деталей.

3. Шприц-машина – для изготовления неформовых (шприцованных) профилей различного сечения.

4. Автоклав – для вулканизации шприцованных профилей и клееных деталей из сырой резины.

5. Термостат – для проведения второй стадии вулканизации деталей из резин на основе силоксановых, фторсилоксановых и фторкаучуков.

3.4. Изготовление деталей из органического стекла

Органические стекла – это прозрачные аморфные термопласты на основе сложных эфиров акриловой и метакриловой кислот.

Для остекления самолета Ил-114 применяется: ориентированное органическое стекло марки АО-120 и термостойкое органическое стекло марки Э-2.

Ориентированное органическое стекло марки АО-120 получают путем растяжения по плоскости органического стекла марки СО-120 при температуре выше температуры размягчения (на 15-20° С) с последующим охлаждением его в растянутом состоянии. В табл. 3.2 приведены физико-механические свойства указанных органических стекол.

Таблица 3.2

Марка органического стекла	Физико-механические свойства				
	d , г/см ³	$\sigma_{ор}$, кг/см ²	$E \cdot 10^{-3}$, кг/см ²	δ , %	α , кг·см/см ³
СО-120	1.18	780	29	3	9-16
АО-120	1.18	850	31	8-12	28-45
Э-2	1.18	80	33.8	3.8	20-17

Прочностные свойства органических стекол определяются в основном следующими характеристиками: пределом прочности при растяжении, сжатии и изгибе $\sigma_{вр}$, $\sigma_{сж}$, $\sigma_{из}$; относительным удлинением при разрыве δ ; модулем упругости E и удельной ударной вязкости α .

Процесс изготовления деталей остекления самолетов состоит из двух основных операций: формования и термической обработки. Формование представляет собой операцию, когда гибкой, глубокой вытяжкой, оттяжкой и другими методами из листового органического стекла изготавливаются детали различной формы и конфигураций.

Способы формования деталей в каждом отдельном случае определяются конфигурацией и назначением детали. Все разновидности способов формования можно разделить на два основных метода:

1. Формование методом свободной вытяжки, когда большая часть поверхности формируемого органического стекла не соприкасается с формовочным приспособлением (в основном это пневмо- и вакуумное формование) (рис. 3.4).

2. Формование в штампах и на болванках (рис. 3.5), когда форма и конфигурация детали образуется за счет облепания стеклом оформляющих поверхностей формовочных приспособлений. По этому методу изготавливается большинство деталей остекления в самолетостроении.

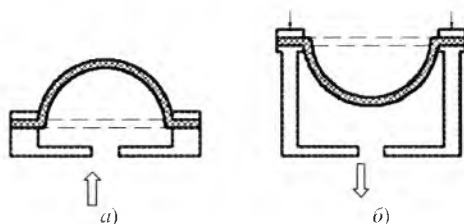


Рис. 3.4. Схемы пневмоформования (а) и вакуумформования (б) через протяжное кольцо

С целью получения деталей остекления с минимальными формовочными напряжениями при выборе материала для оснастки необходимо учитывать теплофизические свойства материала технологической оснастки и особенно коэффициент линейного расширения и низкую теплопроводность органического стекла.

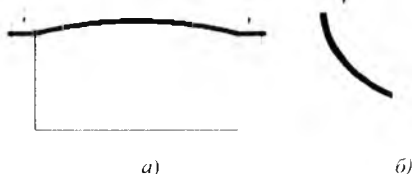


Рис. 3.5. Схемы формования на болванке со штампованным фланцем (а) и в закрытых штампах (б)

Температура формования зависит от марки органического стекла, его толщины, способа формования и формы детали. Температурные интервалы, в которых можно проводить формование органических стекол, приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Марки органического стекла	Интервалы температур формования, °С
СО-120	130-150
Э-2	150-180
АО-120	135-140

Термическую обработку отформованных деталей остекления проводят с целью улучшения совпадения соприкасающихся обводов деталей из органического стекла, а также для снятия внутренних напряжений в стекле, вызывающих дефект «серебрения». Режимы термообработки приведены в табл. 3.4., в которой время термической обработки указано с момента достижения нужной температуры на поверхности стекол.

Таблица 3.4

Марка органического стекла	Режим термообработки	
	температура, °С	время, ч
СО-120	90±5	не менее 6
Э-2	160±5	->-
АО-120	80±5	->-

Из органических стекол указанных марок изготавливаются следующие детали фюзеляжа и крыла самолета Ил-114: стекла оконных панелей; наружные стекла пассажирской кабины; внутренние и наружные стекла кабины экипажа; наружные и внутренние стекла дверей; стекла под фару и т.д.

3.5. Изготовление монолитных стеклопластиковых деталей

Стеклопластики – это армированные материалы на основе термореактивных полимерных связующих с различными наполнителями. Эти материалы, благодаря сочетанию высоких механических свойств (при небольшой объемной массе) с высокими теплофизическими и диэлектрическими характеристиками широко применяются в конструкциях авиационной техники.

Свойства стеклопластиков в значительной степени определяются структурой наполнителя и расположением волокон, а также природой связующего. Для этих материалов характерна анизотропия свойств (по основе и утку, вдоль и поперек волокон, параллельно и перпендикулярно слоям армирующего наполнителя). В качестве наполнителей в стеклопластиках применяются стеклянные ткани марок: Т10-80; Т45П-76; Т15П-76; Т11; Т13 и т.д. из стеклянных крученых комплексных нитей.

При производстве стеклопластиковых деталей самолета Ил-114 применяются в основном связующие компоненты ЭДТ-69Н (композиция эпоксидных смол КДА, ЭТФ, УП-631У и отвердителя) и СП-97К (композиция полиамидной смолы СП-97С и отвердителя – продукта МФСН-А). К связующим компонентам предъявляются высокая клеящая способность (адгезия), высокая теплоустойчивость, химическая стойкость и электроизоляционные свойства.

Физико-механические свойства стеклопластиков зависят от угла между направлением растягивающей силы и направлением армирующих волокон. Усилить материал в различных направлениях можно соответствующим расположением наполнителя (стеклоткани), т.е. схемой укладки.

Изделия из стеклопластиков в зависимости от типа связующего, габаритов и назначения могут быть изготовлены различными методами: прямым прессованием; формованием (контактным, вакуумным, автоклавным); намоткой и др.

Монолитные стеклопластиковые изделия, применяемые в конструкции самолета Ил-114 изготавливаются в основном методами автоклавного и вакуумного формования. Режимы формования приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Тип связующего материала	Режимы формования			
	температура, °С	время, ч	вакуум, кгс/см ²	режим подъема температуры
ЭДТ-69Н	125.5	2.5-3.0	0.7-0.9	бесступенчатый, 1-2 град/мин
СП-97К	160-180	6.0	0.8-1.0	бесступенчатый, 1-3 град/мин

Стеклопластики находят широкое применение для изготовления силовых и несиловых деталей самолетов: обшивок, панелей интерьера, обтекателей, деталей электро- и радиотехнического назначения, а также теплозащитных материалов.

Глава 4

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Высокий уровень надежности авиационной техники возможен лишь при условии обеспечения высокого качества продукции на различных этапах ее изготовления. В этой связи процессы контроля материалов и изделий являются неотъемлемой составляющей производства самолета.

В производстве самолетов объем контрольных операций весьма велик. На различных стадиях изготовления и испытания деталей, узлов, систем и самого изделия в целом осуществляются различные виды *технического контроля*. Технический контроль проводится для проверки соответствия показателей изделия техническим требованиям, которые установлены ГОСТ 16504-81: Испытания и контроль качества продукции. Термины и определения.

Трудоемкость выполнения контрольных операций при изготовлении некоторых деталей, агрегатов и изделий в целом бывает весьма высока. Однако затраты на контроль окупаются снижением производственных и эксплуатационных расходов, повышением длительности эксплуатационного ресурса работы отдельных элементов и самого изделия.

Общие тенденции развития авиастроения связаны с усложнением конструкции изделий и агрегатов, повышением эксплуатационных нагрузок на элементы конструкции, расширением температурного диапазона эксплуатации различных деталей. При этом требования к надежности и долговечности работы оборудования и изделий в целом также увеличиваются.

Одним из основных элементов общей системы обеспечения высокого качества продукции, помимо главного – обеспечения высокого качества производства, является повышение качества технического контроля и переход от выборочных методов контроля качества материалов и изделий к методу сплошного контроля.

Сплошной контроль – контроль каждой единицы продукции в партии. Выборочный контроль – контроль отдельных выборок по ГОСТ 15895-77 и ГОСТ 16504-81: Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

Определение прочностных характеристик и разрушающих нагрузок для изделий и (или) материалов проводится измерением нагрузок на испытательном оборудовании при непосредственном разрушении самих деталей (изделий) или на образцах, вырезанных из части детали (изделия).

Естественно, что на всех деталях и изделиях разрушающий контроль провести нельзя. Разрушающий контроль в основном может быть реализован на базе выборочного контроля и проведении разрушающих испытаний на ограниченном количестве изделий. В то время как проведение сплошного метода контроля различных свойств изделий возможно только на основе применения **методов неразрушающего контроля**, метод неразрушающего контроля – это

такой метод, при котором не нарушается пригодность объекта к применению после выполнения процессов контроля.

Методы неразрушающего контроля (НК) являются одной из главных составных частей **дефектоскопии**. Дефектоскопия – это выявление в материалах поверхностных и внутренних дефектов, которые могут возникать в процессах изготовления и эксплуатации материалов и, соответственно, изделий, изготовленных из них (дефект – нарушение однородности и сплошности материала).

По степени допустимости НТД дефекты подразделяют на допустимые и недопустимые. По характеру и времени их образования дефекты, имеющиеся в изделиях, подразделяют на две группы:

первая – производственно-технологические дефекты. Например:

- металлургические дефекты, которые возникают в металлических полуфабрикатах при металлургических процессах (при выплавке сплавов, при обработке металлургических полуфабрикатов горячей прокаткой, штамповкой и т.п.);
- технологические дефекты, возникающие при изготовлении и ремонте деталей и изделий (сварка, пайка, клепка, сборка, склеивание, механическая и термическая обработка, нанесение гальванопокрытий и др.);

вторая – эксплуатационные дефекты. Например:

- дефекты, возникающие после определенной наработки, по мере износа изделия (усталостные разрушения, коррозия металла, изнашивание отдельных элементов конструкции);
- дефекты, возникающие при неправильной эксплуатации изделий. Встречающиеся на практике конкретные задачи НК сводятся к решению следующих основных типичных задач:
- дефектоскопия – обнаружение несплошности материала;
- измерение геометрических размеров;
- контроль физико-химических свойств (химического состава, структуры, прочностных характеристик материала);
- изучение внутреннего строения сложных изделий (интроскопия).

Подробное описание неразрушающих методов дефектоскопии приводится и разбирается в различных специальных технических курсах, учебных пособиях, технической литературе и многочисленных специализированных справочниках.

Технические характеристики лабораторного оборудования и приборов указываются в технической литературе, а также приведены в технических условиях и паспортах для конкретного оборудования и приборов.

Дефектоскопия сформировалась как совокупность методов контроля в 20-30-х годах XX века. Методы дефектоскопии обычно классифицируют, учитывая используемый для контроля физический эффект.

Принцип действия приборов для НК основан на воздействии на контролируемый объект физическими полями (электрическим, акустическим, магнитным) или веществами с последующей регистрацией результатов взаимодейст-

вия и получения информации о наличии или отсутствии дефектов в виде различных сигналов: электрических, звуковых, световых и др.

При классификации по физическим явлениям, положенным в основу того или иного метода, методы неразрушающего контроля подразделяют на следующие основные виды согласно ГОСТ 18353:

- магнитный;
- электрический;
- вихретоковый;
- акустический;
- радиационный;
- проникающих веществ;
- радиоволновой;
- тепловой;
- оптический.

Каждый из перечисленных видов НК дополнительно еще подразделяется по следующим параметрам:

- по характеру воздействия поля или вещества с объектом;
- по первичному нормативному параметру;
- по способу получения первичной информации.

Наиболее простой – визуальный метод, являющийся составной частью оптических методов НК, основан на явлении отражения света (свет по-разному отражается от бездефектной поверхности и от дефектов материала). Внешнюю поверхность материала различных изделий (полуфабрикатов, деталей) исследуют осматривая невооруженным глазом или с помощью элементарных оптических увеличительных приборов (различного рода луп), для исследования (осмотра) внутренних поверхностей изделий используют специальные устройства с осветителем – эндоскопы.

Визуальный метод позволяет обнаруживать поверхностные дефекты размерами до 0.01 мм.

Визуальные методы контроля просты, не требуют высокой квалификации контролеров и применения дорогостоящей аппаратуры. В то же время к недостаткам визуального метода следует отнести низкую производительность контроля и элемент субъективности, так как результат контроля зависит от самочувствия, остроты зрения, опыта и добросовестности контролера.

В основном средствами проведения неразрушающего контроля являются различные приборы и специальное оборудование.

Ни один из методов и приборов НК не является универсальным и не может удовлетворить абсолютно всем требованиям практики. Выбор метода и прибора НК для решения конкретных задач дефектоскопии, толщинометрии, структуроскопии и интроскопии зависит от параметров контролируемого объекта и условий его обследования. На практике выбор метода и средства НК определяется требованиями, предъявленными к изделиям, изложенными в конструкторской и нормативной документации (НД). Наиболее широкое применение в са-

молетостроении нашли магнитный, вихретоковый, радиационный, акустический виды НК и контроль методом проникающих веществ.

Основными характеристиками каждого метода НК являются чувствительность и разрешающая способность.

Чувствительность метода определяется наименьшими размерами выявляемых дефектов, они зависят от многих факторов – технических особенностей метода и оборудования НК; дефектоскопических материалов, частоты поверхности детали, материала детали, условий контроля и т.п.

Разрешающая способность определяется наименьшим расстоянием между двумя соседними минимально выявляемыми дефектами.

Чувствительность и разрешающая способность методов приведены в нормативной документации и справочной литературе по НК, чувствительность и разрешающая способность для конкретных приборов НК указываются в технических условиях и паспортах для этих приборов.

В соответствии с назначением приборов измеряемые и определяемые параметры и дефекты при НК подразделяются следующим образом:

- дефекты типа нарушения сплошности (раковины, трещины, расслоения, поры и др.);
- отклонения геометрических размеров (длина, ширина, высота, диаметр, толщина стенки, а также толщина покрытия и глубина поверхностного слоя после закалки, обезуглероживания и т.д.);
- физические и физико-химические характеристики, например, удельная электрическая проводимость и магнитная проницаемость материала; коэрцитивная сила, остаточная индукция, твердость, влажность, напряжение, структура, химический состав, предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, плотность и др.);
- эмиссия волн напряжения, развитие во времени трещин, увеличение напряжений, утончение стенки, увеличение зазора и т.д.

Ниже рассматриваются некоторые из основных видов и методов НК, применяемых в практике самолетостроения.

4.1. Магнитный вид контроля

Способность вещества (магнетика) намагничиваться в магнитном поле называется магнитной восприимчивостью (безразмерная величина обозначается индексом K). В зависимости от величины магнитной восприимчивости (K) магнетики делятся на три группы:

- диамагнетики при $K < 0$;
- парамагнетики при $K > 0$;
- ферромагнетики при $K \gg 1$.

Ферромагнетики обладают самопроизвольной намагниченностью. К ферромагнетикам относятся железо, никель и сплавы на их основе, а также сплавы на основе металлов – кобальт, гадолиний и др.

Если поместить ферромагнетик в размагниченном состоянии в магнитное поле и увеличить напряженность магнитного поля H (А/м – ампер на метр) до величины H_p , то намагниченность B ферромагнетика будет увеличиваться в соответствии с кривой 1 (см. рис. 4.1) до значения B_p , до насыщения – при дальнейшем увеличении напряженности магнитного поля намагниченность ферромагнетика не изменяется.

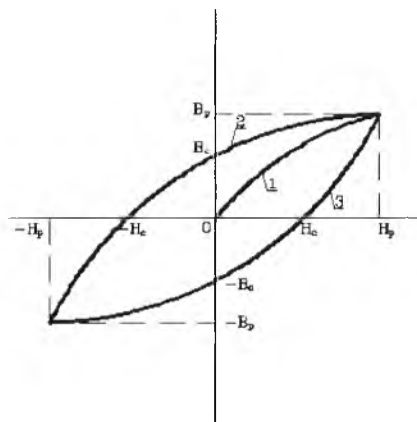


Рис. 4.1. Кривая намагничивания ферромагнетика в магнитном поле

При последующем уменьшении напряженности магнитного поля от H до $-H$ намагниченность образца будет изменяться по кривой 2 до B_p . При этом при напряженности магнитного поля $H = 0$ ферромагнетик будет сохранять намагниченность, равную B_p – так называемую остаточную намагниченность. Чтобы «размагнитить» ферромагнетик, т.е. чтобы $B_p = 0$, напряженность магнитного поля надо изменить до $-H_c$. Напряженность магнитного поля, необходимая для полного размагничивания намагниченного образца, называется коэрцитивной силой.

В зависимости от величины силы H ферромагнитные материалы делятся на:

- а) магнитно-мягкие ($H < 80-800$ А/м);
- б) магнитно-твердые ($H > 800-8000$ А/м).

Магнитно-мягкие стали обладают способностью легко перемагничиваться. Величины коэрцитивной силы сталей приведены в справочной литературе по НК.

Магнитный метод – это метод НК, основанный на измерении параметров магнитных полей, создаваемых в контролируемом объекте путем его намагничивания.

Магнитная дефектоскопия – дефектоскопия, основанная на регистрации магнитных полей рассеяния на дефектах или магнитных свойств контролируемого изделия, разновидность магнитной дефектоскопии – магнитопорошковый метод дефектоскопии. Этим методом НК можно обнаружить в ферромагнитных материалах поверхностные и подповерхностные дефекты, располагаю-

щиеся на глубине до 1.0 мм, шириной раскрытия 2.5 мкм и более и протяженностью 0.5 мм и более.

В основу метода положено свойство магнитных потоков изменять величину и направление, если на их пути в материале встречаются дефекты.

Магнитопорошковый метод является одним из самых распространенных методов обнаружения дефектов, преимущества его в высокой чувствительности и производительности, возможности контроля различных по форме и размерам деталей на одном и том же дефектоскопе, а также деталей в сборке.

При использовании магнитно-порошкового (МП) метода дефекты выявляют с помощью ферромагнитного порошка или магнитной суспензии, оседающих на дефектных местах.

Магнитный порошок откладывается над дефектами, создавая на поверхности детали характерный рисунок, по которому можно классифицировать дефект.

В большинстве случаев МП метод НК является неконтактным (не требует соприкосновения магнитного преобразователя с изделием).

С помощью магнитопорошкового метода можно выявить поверхностные и подповерхностные дефекты:

- трещины (закалочные, шлифовочные, усталостные и т.д.); (трещины – нарушения сплошности материала, каждое из которых представляет собой две противостоящие свободные поверхности, не взаимодействующие друг с другом, и острую вершину с не полностью нарушенными межатомными (межмолекулярными) связями);
- волосовины (дефект металла, главным образом сталей, в виде очень тонкой трещины);
- закаты, неслитины, несплавления;
- неметаллические включения (скопление неметаллических включений у поверхности или вблизи нее);
- пузыри (внешний контур газовых раковин, характерный для кипящих сталей) и т.п.

Существуют два способа проведения МП контроля:

- в приложенном магнитном поле,
- по остаточной намагниченности.

Выбор способа намагниченности осуществляется в зависимости от магнитных свойств контролируемой детали. В приложенном поле контролируют детали из магнитно-мягких сталей – это низколегированные стали (типа ст. 3, 10, 20) и легированные стали (типа 12Х18Н7, 03Х16Н6 и аналогичные), с магнитным покрытием толщиной 30-50 мкм. Контроль в приложенном поле всегда обеспечивает высокую чувствительность.

Магнитопорошковый контроль по остаточной намагниченности применяют для деталей, имеющих высокие магнитные характеристики. (30ХГСА, 30ХГСН2А и аналогичные). Преимуществами контроля по остаточной намагниченности являются возможность установки детали в любое удобное для освидетельствования и осмотра положение, возможность нанесения суспензии как поли-

вом, так и погружением в бак, простота расшифровки результатов контроля, так как магнитный порошок из суспензии в меньшей степени оседает по рискам (следы механических повреждений поверхности).

Магнитная суспензия готовится из вспомогательных материалов: магнитный или магнитно-люминесцентный порошок: смачиватели в виде керосина (масла) или их смеси, воды, стабилизирующие присадки. Выбор состава суспензии зависит от состояния, цвета поверхности деталей и способа приложения магнитного поля. Применяемые приборы – магнитопорошковые дефектоскопы:

- стационарные, типа УМДЗ-10000, УМДЗ-25000, УМДЗ-1500, МДС-5, МДС-1,5 и др;
- переносные, типа ПМД-70 и др.

При помощи магнитного вида контроля также определяют толщину неферромагнитного (например, хромового) покрытия на деталях на ферромагнитной основе. Применяемые приборы – магнитные толщинометры типа МТ-20Н, 41НЦ, МТ-50НЦ и др.

Общей теории магнитной структуроскопии в настоящее время нет. Но отдельные случаи взаимосвязи магнитных свойств с другими физическими свойствами материалов установлены. Так, наиболее известным примером корреляции является связь между механическими свойствами (твердостью) углеродистых и низколегированных сталей с их коэрцитивной силой.

Методы измерения коэрцитивной силы определяют структурные превращения ферромагнитных материалов, проходящие при термической обработке, и таким образом проводят контроль качества выполнения термообработки деталей из сплавов на ферромагнитной основе.

Применяемые для измерения коэрцитивные силы объектов приборы называются коэрцитиметрами. В заводской практике применяются различные коэрцитиметры, в том числе типа КИМФ, ИМС-9 и др.

4.2. Вихретоковый метод контроля

Вихретоковый контроль – это метод НК, основанный на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля. В этом методе НК используется зависимость амплитуды, фазы, траекторий, переходных характеристик и спектра частот токов, возбуждаемых в детали от ее геометрических размеров, физико-механических свойств, плотности материала и др.

Регистрируя напряжения на зажимах преобразователя, получают информацию о свойствах объекта (детали).

Для вихретокового метода характерно то, что на сигналы преобразователя практически не влияют влажность, давление и загрязнение газовой среды, радиоактивные излучения, загрязнение поверхности деталей токопроводящими веществами. Вихретоковый контроль отличается быстройдействием, его можно проводить без контакта преобразователя и объекта.

Для обнаружения в неферромагнитных и слабоферромагнитных материалах дефектов типа трещин, расслоений, плен, закатов, неметаллических включений, газовых раковин, расположенных на поверхности или на небольшой глубине применяется так называемый амплитудный метод. (За основу классификации в данном случае взят амплитудный способ выделения информации. Может быть и другой способ выделения информации, например – фазовый и др.).

Амплитудный метод – это метод НК, основанный на регистрации амплитуды волн в контролируемом объекте.

Чувствительность метода – глубина дефекта 0.1 мм и более, протяженность дефекта 0.1 мм и более.

Применяемые приборы – вихретоковые дефектоскопы типа ВД-22Н «Проба-5», ВДЦ-2, ВДЦ-3, ВДУ-20КМ и др.

Структурное состояние материалов, определяющее уровень физико-механических свойств, оказывает влияние на магнитные и электрические характеристики. Поэтому по изменению последних определяют химический состав сплавов, качество химической и химико-термической обработки, пережоги, механические свойства, состояние поверхностных слоев и т.д.

Метод вихревых токов часто используют для проведения рассортировки и разбраковки материалов по маркам. Например, у алюминиевого сплава АК6Т1 электропроводность 22,1 – 24,5 см/м, в то время как у другого алюминиевого сплава Д164Т она соответственно равна 16.8 – 18.5 Мсм/м. Следовательно, надежная рассортировка алюминиевых изделий по маркам, для сплавов АК6Т1 и Д164Т возможна простым в исполнении методом замера электропроводности.

Применяемые приборы – измерители электропроводности типа ВЗ-17 НЦ и др.

Для определения толщины покрытий на неферромагнитной основе используются вихретоковые толщиномеры типа ТИП-П и др.

4.3. Акустический вид контроля

Акустический вид контроля – это вид НК, основанный на регистрации параметров упругих (акустических) колебаний и волн, возбуждаемых и (или) возникающих в контролируемом объекте в широком диапазоне частот. Для акустической дефектоскопии используют различные типы упругих волн, зависящие от характера их возмущения, формы тела, его размеров по сравнению с длиной волны. При использовании упругих волн ультразвукового диапазона частот (выше 20 кГц) вместо термина «акустический» допускается применение «ультразвуковой».

Распространение волн в материале сопровождается и рассеянием их энергии, что приводит к уменьшению амплитуды их колебаний.

В наиболее простых методах акустической дефектоскопии используют колебания звуковой частоты.

Например:

1. Изменение звучания используют для оценки качества склеивания различных поверхностей (например, при изготовлении сотовых конструкций). С этой целью склеенные поверхности равномерно простукивают легким молотком. Изменение звучания свидетельствует о наличии несплошностей – дребезжащий звук указывает на наличие непрочисев.

2. Таким же образом, методом простукивания молотком с последующей оценкой звучания, определяют наличие дефектов в бандажах железнодорожных колес.

Акустический контроль позволяет контролировать детали практически из любых материалов, при одностороннем доступе. Важным преимуществом акустического контроля является возможность контроля деталей, узлов, конструкций в условиях эксплуатации, в отдельных случаях без демонтажа и непосредственно на изделии.

В последнее время акустические методы контроля находят широкое применение для обнаружения начальных стадий разрушения.

Акустическим контролем выявляются дефекты типа нарушения сплошности как на поверхности, так и в объеме; неоднородность структуры; зоны поражения межкристаллитной коррозией (МКК); дефекты склейки, пайки, сварки и т.д.

Основные приборные методы ультразвуковой дефектоскопии (УЗ) – эхо-метод, теневой, импедансный и др.

Наиболее распространен в практике самолетостроительных заводов эхо-метод, по которому регистрируют интенсивность и время поступления отраженных от дефекта эхосигналов на экране электроннолучевой трубки.

УЗ эхо-метод в контактном варианте применяется для определения в металлических материалах дефектов типа трещин, раковин, расслоений, окисных плен, не проваров, газовых пузырей, шлаковых неметаллических включений и т.п.

В качестве контактной смазки, которая используется для согласования акустических сопротивлений воздуха и материала контролируемого объекта, что делает возможным максимальное введение ультразвука, применяются минеральное масло, глицерин, дистиллированная вода.

Для контроля крупногабаритных полуфабрикатов с грубой поверхностью применяется иммерсионный вариант ультразвукового метода, когда контролируемые объекты помещаются в ванны с жидкостью и ввод УЗ-излучения производится через слой жидкости.

Чувствительность метода весьма высока – размер диаметра минимального выявляемого дефекта – 1.2 мм.

Применяемые приборы – ультразвуковые дефектоскопы типа УД2-12 и др.

УЗ – эхо-метод также применяется и для измерения толщины стенок изделий.

Применяемые приборы – ультразвуковые толщинометры типа УТ-92П, УТ-301 и др.

Диапазон измеримых толщин 1-500 мм, погрешность от +0.05 до +0.5 мм.

Теневой метод основан на ослаблении дефектами интенсивности упругих колебаний ультразвуковой частоты. Для осуществления контроля в исследуемое изделие с одной стороны вводят ультразвуковые колебания, используя генераторные преобразователи (пьезоэлектрические и магнитострикционные). С другой стороны изделия с помощью приемного преобразователя, установленного напротив генераторного, регистрируют интенсивность этих колебаний, прошедших через толщу материала. Если на пути колебаний окажется дефект, то часть их отразится, и интенсивность колебаний, поступающих на датчик, уменьшится.

Для теневого метода контроля применяются различные УЗ-дефектоскопы типа УД-2-12 и специализированные установки типа УКП-800.

Теневой метод применяют для обнаружения расслоений, инородных включений, раковин и других дефектов в металлических и непроваренных в неметаллических изделиях.

Контроль сотовых клееных конструкций и других клеевых соединений производится импедансным методом, который основан на регистрации различного механического импеданса в местах доброкачественного склеивания и непроварки при возбуждении на контролируемом участке упругих колебаний частотой 1-10 КГц.

Акустическим импедансом называется комплексное отношение звукового давления к колебательной скорости для любой волны.

Применяемые приборы – импедансные дефектоскопы типа:

- АД-40И и др.;
- автоматизированная установка типа УКМ.

4.4. Контроль методом проникающих веществ

Контроль методом проникающих веществ (или как его называют капиллярный метод контроля) основан на трех физических принципах.

Первая особенность заключается в необходимости заполнить (пропитать) индикаторной жидкостью (пенетрантом) отыскиваемые на исследуемой поверхности дефекты (несплошности), что и происходит под действием капиллярных сил.

Вторая особенность – необходимость проявления, т.е. извлечения индикаторной жидкости из дефектов с их локализацией на исследуемой поверхности. Эта особенность основана на явлениях сорбции и диффузии индикаторной жидкости и проявляющих веществ.

Третья особенность состоит в необходимости обнаружить места выхода индикаторной жидкости на исследуемую поверхность и таким образом установить наличие дефектов. Этот процесс основан на различиях в световом и цветовом контрастах исследуемой поверхности и индикаторной жидкости. Чем больше эта разница, тем выше чувствительность метода.

При выявлении невидимых или слабо видимых глазом поверхностных дефектов термин «проникающие вещества» может изменяться на «капиллярный», а при выявлении сквозных дефектов на термин – «течеискание».

В зависимости от того, какое вещество добавлено в качестве индикатора в проникающую жидкость – краска или люминофор – методы подразделяются на метод красок или люминесцентный метод.

Индикаторные рисунки, образованные над дефектными областями детали, заполненные индикаторной (проникающей) жидкостью с добавками люминофора, обладают способностью люминесцировать при облучении ультрафиолетовыми лучами.

Оценка индикаторного рисунка на соответствие требованиям нормативной документации производится с применением аттестованных рабочих стандартных образцов по принятой на предприятии методике.

Капиллярные методы применяют для определения поверхностных дефектов типа трещин, пор, рыхлот, волосовины и других нарушений сплошности на поверхности деталей из неферромагнитных сплавов – титановых, алюминиевых и др. Данный метод может применяться для НК деталей и из пластмасс.

Чувствительность некоторых методов капиллярной дефектоскопии (минимальная величина выявляемого дефекта):

- а) для люминесцентного метода ЛЮМ1-ОВ – 0.12 мкм;
- б) для метода красок ЦМ15-В – 1-2 мкм.

Метод красок также позволяет выявить межкристаллитную коррозию в деталях, изготовленных из алюминиевых сплавов, что особенно важно при эксплуатации авиационной техники в условиях морской атмосферы или тропиков.

Метод красок дает четкий рисунок дефекта, сохраняющийся длительное время. Как правило, из-за высокой трудоемкости методом красок проводят дефектоскопию поверхности деталей при небольших объемах работ.

В заводской практике методы капиллярной дефектоскопии применяют на различных стадиях производства, например:

- при изготовлении деталей (операционный контроль);
- при дефектоскопии готовых деталей и узлов (болты, сварные узлы шасси, кронштейны и др.);
- при проведении ремонта и в процессе профилактических осмотров высоконагруженных узлов;
- в процессе эксплуатации авиационной техники.

Люминесцентные методы капиллярной дефектоскопии деталей, требующие применения ультрафиолетовых (УФ) источников света, темных помещений (камер), как правило, применяют только в стационарных условиях.

Контроль методами цветной дефектоскопии можно проводить как в стационарных (цеховых или лабораторных) условиях, так и непосредственно на изделиях АТ. Для выполнения испытания в условиях аэродрома и (или) непосредственно на готовом изделии АТ применяются переносные компактные наборы химических реактивов.

К недостаткам методов капиллярной дефектоскопии следует отнести:

- высокую трудоемкость и длительность контроля;
- необходимость тщательного удаления лакокрасочных покрытий и загрязнений с поверхности деталей перед проведением контроля;
- высокую чистоту обработки поверхности – не менее Rz20;
- большой расход химических реактивов (проникающие и проявляющие жидкости, органические растворители для снятия загрязнений с поверхности; очищающие жидкости для снятия реактивов с поверхности после проведения отдельных операций контроля) и вспомогательных материалов (салфетки, перчатки и др.);
- недостаточный уровень механизации.

4.5. Радиационный неразрушающий контроль

Радиационный неразрушающий контроль – это вид НК, основанный на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом.

В наименовании методов контроля слова «радиационный» может заменяться словом, обозначающим конкретный вид ионизирующего излучения (например, рентгеновский, нейтронный и т.д.).

В практике машиностроительных заводов нашла широкое применение рентгеновская дефектоскопия.

Под рентгенографическим понимают метод радиационного контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое изображение.

Способность рентгеновского излучения по-разному проникать сквозь различные материалы (в зависимости от рода материала и его плотности), обуславливает светотеневую контрастность получаемых изображений (на экране, на рентгеновской пленке и т.п.).

Рентгеновский контроль осуществляется на специальных установках, основным элементом которых является источник рентгеновского излучения – рентгеновская трубка.

Рентгеновская дефектоскопия (РД) основана на законе ослабления интенсивности рентгеновского излучения, проникшего в слой исследуемого материала. При РД на пути конуса лучей, выходящих из источника -рентгеновской трубки, помещают исследуемое изделие, а за ним индикатор действия рентгеновских лучей, например, рентгеновскую пленку (рентгенография) или люминесцирующий экран (рентгеноскопия).

Потеря энергии будет тем больше, чем толще слой металла. Пустоты в значительно меньшей степени, чем сплошной металл, препятствуют прохождению рентгеновского излучения. Поэтому энергия рентгеновского излучения, прошедшего через несплошности в металле, оказывается большей, чем энергия излучения прошедшего через сплошной слой металла без дефектов.

Чувствительность метода зависит от толщины контролируемых изделий и определяется по эталонам чувствительности в соответствии с требованиями ГОСТа 7512-82.

Рентгеновская дефектоскопия применяется для контроля внутренних дефектов литых, сварных и паяных деталей и узлов, а также для дефектоскопии наиболее ответственных неметаллических материалов и контроля внутренних геометрических размеров изделий.

Следует отметить, что рентгеновский контроль изделий, получаемых методами пластической деформации (ковка, штамповка, прессовка, протяжка и т.п.) не проводится, так как дефекты в этих изделиях ориентированные перпендикулярно направлению рентгеновского излучения и как правило не выявляются рентгеновским контролем. Максимальный угол между направлением просвечивания и плоскостью дефекта не должен превышать 10-15 градусов.

При проведении рентгеновской дефектоскопии в практике самолетостроительных заводов применяются следующие основные методы выявления дефектов – фотографический, визуальный и ксеро-радиографический.

Как уже отмечалось выше, в зависимости от способа регистрации рентгеновского излучения, прошедшего сквозь исследуемое изделие, методы рентгеновской дефектоскопии подразделяют на рентгенографию и рентгеноскопию.

Наиболее широко распространен рентгенографический метод- метод с получением изображения контролируемого объекта на светочувствительных рентгеновских материалах (рентгеновской или фототехнических плёнках).

Радиографический снимок представляет собой распределение плотности почернения, соответствующее радиационному изображению контролируемого объекта на снимке.

Оценку (зашифровку) радиографического (рентгеновского) снимка производят визуальным осмотром снимка, наложенного на негатоскоп (специальное устройство, представляющее собой яркий источник света с равномерной излучающей способностью – «молочный» экран для просмотра негативов пленок).

Поры, раковины, трещины и другие пустоты наблюдаются на обработанной рентгеновской пленке в виде участков повышенной плотности – в виде темных пятен.

При правильно подобранной аппаратуре, правильно определенных режимах просвечивания и обработки пленки чувствительность при РД рентгенографическим методом достигает 1.5-2.0% от просвечиваемой толщины.

Рентгенофлуоресцентный метод рентгеновской дефектоскопии состоит в изучении светотеневой картины, возникающей на люминесцирующем экране вследствие прохождения рентгеновских лучей сквозь изделия. Экраны покрываются люминофорами – сернистыми соединениями цинка и кадмия.

Чувствительность указанного метода составляет 5-6% от просвечиваемой толщины.

Как разновидность рентгенофлуоресцентного метода имеют распространение рентгенотелевизионные установки с рентгено-видиконами – рентген электронно-оптическими преобразователями (РЭОП).

Разновидностью РД является ксерографический метод РД, рентгеновское излучение проходит сквозь слой электрически заряженного полупроводника и создаст в нем открытое электростатическое изображение просвечиваемого изделия. Для выявления скрытого изображения поверхность полупроводника опыляют неэлектризованным порошком.

4.6. Рабочие стандартные образцы и эталоны чувствительности

При проведении неразрушающих методов контроля для определения работоспособности приборов НК и чувствительности методов применяются рабочие стандартные образцы (РСО). Требования, предъявляемые к РСО и для каждого из соответствующих методов НК, определяются в нормативной документации. В качестве РСО могут применяться детали (образцы), имеющие дефекты, полученные как естественным путем, так и искусственно. РСО подвергаются метрологическому обеспечению в соответствии с требованиями нормативной документации.

Пример 1. Для проверки работоспособности магнитного дефектоскопа применяется образец детали из стали 30ХГСА с волосовиной, наличие последней проверено и подтверждено разрушающим металлографическим методом – осмотром поперечного шлифа под соответствующим увеличением.

Пример 2. Для настройки импедансного УЗ-дефектоскопа при контроле качества склеивания сотовых конструкций при наличии непрочлея применяются образцы, имеющие участки с искусственным непрочлеем между обшивкой и сотами.

Требования к квалификации специалистов НК. К проведению дефектоскопии неразрушающими методами контроля различных полуфабрикатов и заготовок, деталей, узлов, агрегатов и самолетных конструкций допускаются специалисты, обученные и аттестованные на проведение соответствующего метода НК. В зависимости от степени ответственности детали (изделия), в нормативной документации на изготовление, эксплуатацию или ремонт изделия могут быть включены требования к квалификации и сертификации персонала, проводящего НК.

Глава 5

ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНЫЕ РАБОТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ САМОЛЕТА

Из всех деталей самолета 60-70% изготавливаются в заготовительно-штамповочных цехах, трудоемкость которых составляет 10-12% от общей трудоемкости изготовления самолета.

Основные группы деталей планера самолета Ил-114 изготавливаются из листовых материалов, из прессованных профилей и панелей – при помощи штамповки. К ним относятся внешние обшивки и панели, элементы шпангоутов, стрингеров, нервюр, лонжеронов, дверей, люков. Из трубчатых полуфабрикатов изготавливаются детали тяг управления и трубопроводы гидро- и газовых систем различного назначения.

Наиболее крупногабаритными и сложными по форме деталями являются внешние обшивки самолета, которые образуют теоретические обводы планера. Трудоемкость изготовления обшивок составляют около 15% от всей трудоемкости заготовительно-штамповочных работ, 25-27% падают на долю деталей из прессованных профилей: стрингеров, поясов нервюр и лонжеронов, профилей стенок нервюр и шпангоутов и др. Около 10% приходится на изготовление деталей трубопроводов, 15% – на штамповку с помощью эластичных сред деталей нервюр, шпангоутов, диафрагм; 12-14% составляют трудоемкость штамповки сложных деталей (дверей, люков, окантовок, законцовок, обтекателей и др.) на листоштамповочных молотах. Раскройные работы составляют в среднем около 125% от общей трудоемкости.

Масштабы заготовительно-штамповочных работ отражаются на количестве технологической оснастки и трудоемкости ее изготовления. Не менее 60% всей номенклатуры оснастки и трудоемкости ее изготовления приходится на заготовительно-штамповочные работы.

В связи с тем, что многие процессы самолетостроительного производства достаточно полно отражены в учебниках и технической литературе, в настоящей работе отражаются только специфические характеристики производства, касающиеся самолета Ил-114.

5.1. Раскройные работы при изготовлении плоских заготовок и деталей из листового материала

К раскройным работам относятся работы, связанные с выполнением разделительных операций, т.е. с изготовлением плоских деталей и заготовок для деталей пространственной формы, изготовленных затем при помощи формообразующих операций. Объем раскройных работ составляет 10-12% от общего объема заготовительно-штамповочных работ.

Основными требованиями к раскройным работам являются наиболее полное использование материала, экономия материала и уменьшение отходов.

Основные принципы рационального раскроя листового материала сводятся к следующему:

1. Сосредоточение всех раскройных работ в одном раскройном цехе, что дает преимущества в более полном использовании металла, при котором отходы от раскроя крупных заготовок и деталей можно применить для изготовления мелких деталей.

2. Сосредоточение всей номенклатуры деталей самых разнообразных форм в одном месте. Это увеличивает вероятность наиболее плотного размещения шаблонов деталей на листовых полуфабрикатах.

3. Внедрение группового раскроя, сущность которого заключается в том, что из листа заданного размера раскраиваются детали не одного наименования, а нескольких.

4. Размещение заказов на металлургических заводах листов специальных размеров.

Характер раскройных операций зависит от конфигурации деталей, материала, из которого они выполняются, и типа оборудования.

Всю номенклатуру плоских деталей и заготовок можно подразделить по технологическому признаку на следующие группы:

1. *Детали больших и средних размеров длиной 500-3000 мм и более с прямолинейными и криволинейными контурами.* Для раскроя таких деталей применяется специальное оборудование – гильотинные, роликовые и вибрационные ножницы, а также радиальные и вертикальные копировально-фрезерные станки и раскройно-фрезерные с ЧПУ типа РФП-12.

На гильотинных ножницах производится раскрой деталей с прямолинейными контурами, а на фрезерных станках – преимущественно с криволинейными; и в том и в другом случае раскрой может иметь индивидуальный или групповой характер. На роликовых и вибрационных ножницах раскрой менее производителен, поэтому они чаще применяются для обрезки припуска на отштампованных крупногабаритных деталях, криволинейного раскроя стальных листов и в тех случаях, когда раскрой носит единственный характер.

В каждом отдельном случае вид раскроя и необходимое оборудование определяются исходя из экономической целесообразности.

2. *Малогогабаритные плоские детали и заготовки с разной сложностью очертаний контуров.* Для таких деталей применяется раскрой в штампах, носящих общее название вырубные штампы. В зависимости от конфигурации деталей расположение их на полосе может быть разным: без перемычек или с перемычками, однорядное или многорядное, встречное и пр. Для вырубки (или раскроя) с отходами характерно наличие внутренних и внешних перемычек, для малоотходной – только внутренних перемычек, а для безотходной – отсутствие перемычек, что даёт возможность полностью использовать материал полосы.

Для рационального использования материала составляются раскройные карты.

Раскройная карта является технологическим документом, на основании которого производится раскрой деталей и заготовок, определяются норма рас-

ходов материала (черный вес), размеры и количество расходов. Она представляет собой чертеж, на котором показано расположение раскраиваемых деталей на листе заданных размеров.

Разработке раскройных карт предшествует большая и трудоемкая работа по распределению всей номенклатуры деталей по маркам материала, по термообработке (закаленный, отожженный), по толщине и размерам. Только после такой классификации можно комплектовать карты раскроя, пользуясь натурными шаблонами раскроя деталей (ШРД).

Наряду с основными требованиями – наиболее полного использования материала – к раскройным картам предъявляют следующие требования.

1) карты следует компоновать для определенного вида оборудования (гильотинные ножницы, фрезерные станки и др.);

2) каждая карта группового раскроя должна включать количество равных деталей комплекта, т.е. на один, два и более самолета с учетом запасных частей;

3) на картах должны быть указаны количество и размеры отходов.

На основании раскройных карт изготавливаются шаблоны группового раскроя, которые повторяют чертежи раскройных карт.

Раскрой на ножницах. На рис. 5.1 приведена схема раскроя листа на полосы на гильотинных ножницах. Верхний нож 2 и нижний нож 6 отрезают полосу от листа, подвинутого за линию нижнего ножа до упора 1 на расстояние 1, равное ширине отрезаемых полос. Для устранения опрокидывания листа на столе 5 предусмотрен прижим 4. Верхний нож закреплен на ползуне. Он совершает возвратно-поступательное движение; вниз – рабочий ход, вверх – холостой ход. Нижний нож, закрепленный на столе, неподвижен. Ножи имеют острые режущие кромки. Они установлены с небольшим зазором ε между ними.

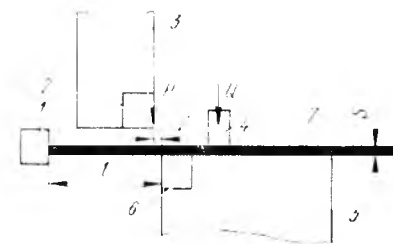


Рис. 5.1. Схема резания листа на гильотинных ножницах: 1 – упор; 2 – верхний нож; 3 – ползун гильотинных ножниц; 4 – прижим; 5 – стол; 6 – нижний нож; 7 – заготовка

Усилие резания на ножницах с параллельными ножами определяется площадью среза и сопротивлением металла срезу, т.е.

$$P = k l s \sigma_{ср},$$

где l – длина реза, м; s – толщина листа, м; $\sigma_{ср}$ – сопротивление металла срезу, Н/м²; $k = 1,3$ – коэффициент, учитывающий затупление ножей.

Сопротивление срезу $\sigma_{ср}$ каждого металла определяется опытным путем: эта характеристика приведена в справочниках по холодной штамповке. Примерное значение $\sigma_{ср}$ можно определить по пределу прочности; у пластичных металлов сопротивление срезу составляет 0.6-0.7, а у мало пластичных 0.75-0.85 от предела прочности $\sigma_{ср}$.

Вследствие высокой прочности современных конструкционных материалов и больших размеров листовых полуфабрикатов, усилия резания при резке параллельными ножами могут достигать до значительных величин.

Для уменьшения усилия резания верхний нож делают наклонным (рис. 5.2) по отношению к нижнему ножу. Наклон верхнего ножа на определенный угол створа φ (этот угол берется в пределах 3-4°) обуславливает не одновременный, а постепенный срез по всей плоскости. При работе на таких ножницах резание металла происходит только по сечению треугольника с высотой s и основанием $l = s / \operatorname{tg} \varphi$. Усилие резания определяется по формуле $P = k \frac{s^2}{2 \operatorname{tg} \varphi} \sigma_{ср}$.

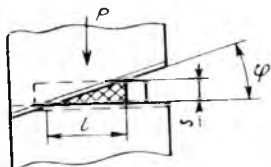


Рис. 5.2. Схема резания листового материала на ножницах с наклонным ножом

Резка на ножницах с наклонным ножом имеет и свои недостатки, выражающиеся, главным образом, в ухудшении точности деталей вследствие изгиба и закручивания полосы во время резки; чем больше длина реза, тем в большей степени сказываются эти недостатки.

Наряду с гильотинами широко применяются роликовые и вибрационные ножницы. На рис. 5.3 приведены схемы резки на роликовых ножницах разной конструкции. Верхние и нижние ролики вращаются в разные стороны, перемещая лист в зону резания силами трения.

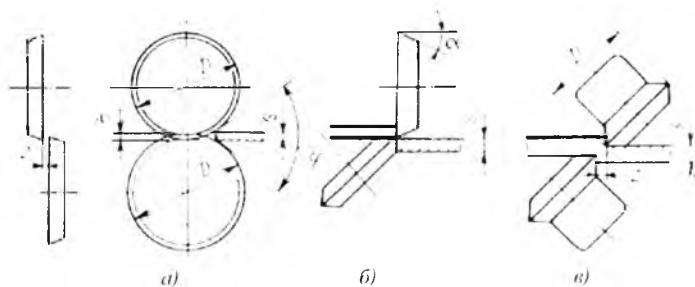


Рис. 5.3. Схема работы роликовых ножниц:

а — с горизонтальными осями; б — с нижним наклонным ножом; в — с наклонными осями

Для захвата и перемещения листа предусматривается определенное соотношение между толщиной разрезаемого листа и диаметром роликов $D=(20-25)s$ при угле захвата $\varphi \leq 14^\circ$.

На роликовых ножницах производится обрезка припуска на деталях после штамповки, криволинейный раскрой листов из стальных и титановых сплавов, а иногда криволинейный раскрой листов из алюминиевых сплавов.

Усилие резания на роликовых и вибрационных ножницах определяется также произведением сопротивления срезу мгновенной площади среза, которая определяется из геометрических соотношений.

На рис. 5.4 приведена схема резания листовых материалов на вибрационных ножницах. Верхний нож вибрационных ножниц совершает большое число двойных ходов в мин (до 2000 и более). Ножи имеют малую длину (35-40 мм). Между ними имеется зазор, равный $z = 0.25s$. Угол створа ножей φ делается до 25° .

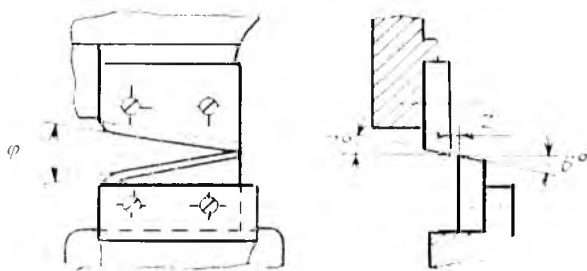


Рис. 5.4. Схема резания листового материала на вибрационных ножницах

Раскрой на фрезерных станках. Для криволинейного раскроя листов на роликовых и вибрационных ножницах необходимо предварительно разметить на листах форму деталей, что увеличивает трудоёмкость операций и не обеспечивает высокую точность размеров детали. Кроме того, после резки кромки деталей необходимо зачищать напильником или специальным шабером. Поэтому для криволинейного раскроя листов из алюминиевых сплавов применяется преимущественно фрезерование на радиальных сверлильно-фрезерных или раскройных копировально-фрезерных станках. Хотя этот способ сопряжён с неизбежными потерями металла на стружку, он принят как основной способ для криволинейного группового раскроя в пакете, обеспечивающий качество кромки, высокую точность и большую производительность.

На рис. 5.5 показана схема фрезерования по контуру пакета заготовок 7, скреплённого струбцинами 5 по шаблону 4 (ШРД или ШЗ) на вертикально-фрезерном станке с нижним расположением фрезерной головки. Пакет перемещается на столе станка вдоль контура шаблона. Для обеспечения правильной формы деталей необходим постоянный контакт копировального пальца (расположенного соосно с фрезой) с шаблоном. Перемещение пакета заготовок производится вручную, поэтому общая высота пакета определяется физическими возможностями рабочего и не превышает 10 мм; скорость подачи 0.3-0.5 м/мин.

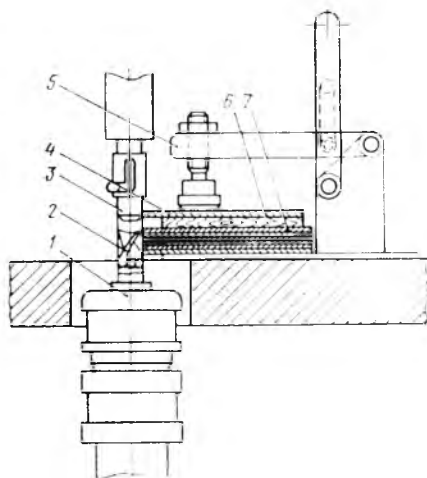


Рис. 5.5. Схема раскроя листа на специализированном вертикально-фрезерном станке с нижним расположением шпинделя:

1 – фрезерная головка; 2 – фреза; 3 – копировальный палец; 4 – шаблон;
5 – прижим (струбцина); 6 – подкладка; 7 – пакет заготовок

Фрезерование обычно производится в два прохода. При черновом (первом) проходе на копировальный палец надевается втулка с толщиной стенки 0,8 мм, что обеспечивает припуск при таком размере на чистовой (второй) проход.

В качестве инструмента применяется двухперая пальцевая фреза диаметром 8 мм из быстрорежущей стали Р9 или Р18. Фрезы диаметром < 8 мм не стойкие, а большего диаметра применяются редко из-за больших отходов и сложности образования контура деталей с малым диаметром сопряжений.

При раскрое на вертикально-фрезерных станках пакет заготовок с шаблоном перемещается относительно фрезы. Это рационально при небольших размерах деталей. Но с увеличением размеров деталей вес пакета увеличивается, и ручная подача превращается в тяжелый физический труд. В таких случаях применяется фрезерование на радиальных сверлильно-фрезерных станках с подачей за счет перемещения фрезерной головки, а не пакета заготовок.

Раскрой в штампах. Если крупногабаритные плоские детали и заготовки прямолинейных контуров изготавливаются на гильотинных ножницах, детали криволинейных контуров (только из алюминиевых сплавов) – на фрезерных станках, а детали из стальных сплавов – на роликовых и вибрационных ножницах, то детали средних и мелких размеров из всех авиационных материалов раскраиваются из полос в штампах. Сущность этого способа заключается в том, что детали отделяются от заготовок (полос) одновременно по всему контуру режущими кромками пуансона и матрицы штампа, выполненных в точном соответствии с контурами изготавливаемых деталей. Пуансон и матрица в вырубном штампе выполняют те же функции, что верхний и нижний ножи гильотинных ножниц, но режущие кромки штампов могут иметь контур любой

конфигурации (замкнутый или незамкнутый, круговой или более сложный, состоящий из отрезков прямых и кривых линий).

В качестве оборудования для вырубных работ применяются механические кривошипные прессы.

На рис. 5.6 показаны рабочие элементы вырубного штампа и схема работы штампа при изготовлении круглой глухой шайбы.

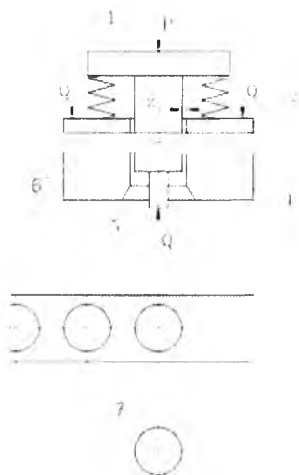


Рис. 5.6. Схема вырубного штампа:

1 — пуансон; 2 — съемник; 3 — заготовка (полоса); 4 — матрица; 5 — выталкиватель;

6 — режущие кромки пуансона и матрицы; 7 — деталь;

P — усилие вырубки; Q — усилие схода отхода; Q — усилие выталкивания детали

Пуансон 1 вместе с вспомогательными деталями присоединенного к торцу ползуна прессы совершает за один оборот рабочего вала движение вниз (рабочий ход) и вверх (холостой ход). Матрица 4, установленная на нижней плите штампа, закреплена неподвижно на столе прессы. Когда ползун находится в верхней мертвой точке, между пуансоном и полостью матрицы помещают заготовку (полосу) 3, из которой при рабочем ходе ползуна вниз режущей кромки 6 пуансона и матрицы вырубает деталь 7. Вырубка происходит под воздействием усилия P , сообщаемого ползуном. При обработанном ходе пуансона вверх съемник 2 под действием усилия Q обжатая пружин или резинового пакета снимает с пуансона полосу.

Раскрой в вырубных штампах отличается высокой производительностью и точностью контура деталей. Точность контура детали определяется точностью размеров рабочих частей штампа. Раскрой в штампах сопряжен с дополнительными затратами средств и времени на проектирование и изготовление самих штампов, которые относятся к специальной оснастке. Это значительно повышает стоимость деталей, в особенности при мелкосерийном производстве, ко-

торое свойственно самолетостроительной промышленности. Поэтому на самолетостроительных заводах применяются в основном штампы упрощенной конструкции, а специальные инструментальные штампы изготавливаются лишь для деталей, применяемых на самолетах в большом количестве.

Раскройные работы на штампах подразделяются на следующие операции:

- а) вырубка – образование внешнего контура деталей;
- б) пробивка – образование внутреннего контура деталей (образование отверстий, пробивка окон и др.);
- в) отрезка – отделение деталей от полосы по замкнутому контуру;
- г) обрезка – удаление припуска по внешнему контуру детали после вытяжки, формовки и других формообразующих операций;
- д) разрезка на отдельные детали полуфабрикатов, полученных вытяжкой, формовкой и другими формообразующими операциями;
- е) надрезка – неполное отделение и отгибание металла по незамкнутому контуру во внутренних зонах плоских и пространственных деталей;
- ж) зачистка – удаление припуска с плоских деталей для обеспечения более точных размеров и чистой поверхности среза.

Вырубные штампы. Применяемые для раскроя деталей разнообразные вырубные штампы классифицируются по следующим основным характерным признакам:

- 1) по характеру выполняемой работы – на штампы вырубные, отрезные, обрезные, надрезные, разрезные, зачистные;
- 2) по способу действия – на штампы простого, последовательного и совмещенного действия;
- 3) по конструкции направляющих устройств – на штампы без направляющих устройств, с направляющей плитой и с направляющими колонками;
- 4) по конструктивной сложности – на штампы инструментальные штампы и упрощенные;
- 5) по применению – на штампы специальные и универсальные.

Классификация штампов по характеру выполняемой работы. На рис. 5.7 приведены схемы штампов для вырубки, пробивки, отрезки и других операций. Показаны пуансоны и матрицы штампов, а также детали и отходы, что даёт наглядное представление о работе штампов. В вырубных штампах производится образование внешних контуров деталей, в пробивных – образование отверстий и окон в деталях с замкнутым контуром, а в отрезных – отрезание от полосы детали (без отхода или с отходом) с незамкнутым контуром. В надрезных штампах производится неполное отделение и отгибание части заготовки; удаление припуска с пространственных деталей после вытяжки производится на обрезных штампах.

На разрезных штампах часто производится разделение двух деталей с незамкнутым контуром, отштампованных совместно за один переход для обеспечения симметричного деформирования. На зачистных штампах плоским деталям придают точные размеры путем снятия припуска.

Классификация штампов по способу действия. Часто при изготовлении плоских деталей и заготовок требуется образовать не только внешний контур, но и отверстие внутри детали: элементарным примером может служить шайба

с отверстием. Поэтому штампы, классифицируемые по способу действия, разделяются, в свою очередь, еще и по методу изготовления деталей, который предусматривает следующее: образуется ли внешний или внутренний контуры в отдельных штампах или в одном, и если в одном, то последовательно или одновременно.

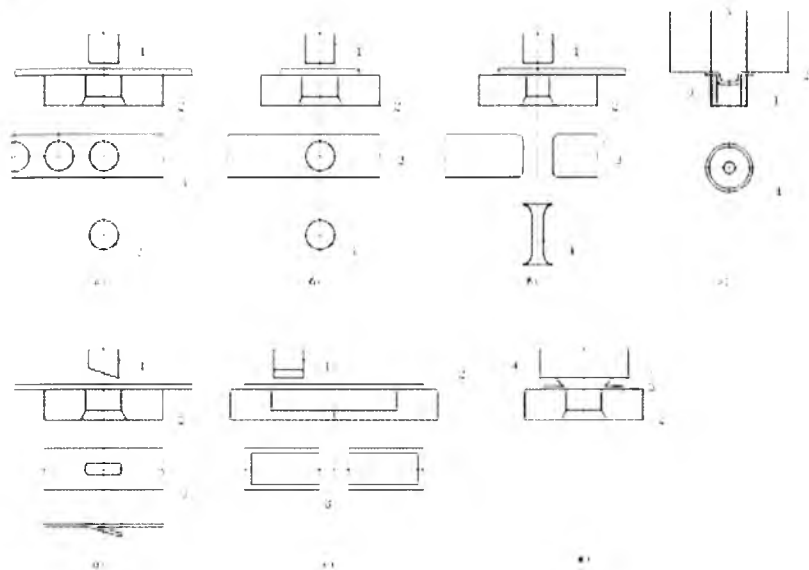


Рис. 5.7. Классификация штампов по характеру выполняемой работы:
а – вырубной; *б* – пробивной; *в* – отрезной; *г* – обрезной; *д* – надрезной;
е – разрезной; *ж* – зачистной;
1 – пуансон; *2* – матрица; *3* – деталь; *4* – отходы

По указанной выше классификации все штампы подразделяются на штампы простого, последовательного и совмещенного действия.

Штампы простого действия – это такие вырубные и пробивные штампы, в которых происходит образование только внешнего или внутреннего контура детали. Схема штампов последовательного и совмещенного действия показана на рис. 5.8.

В штампе последовательного действия контуры детали образуются последовательно – сначала пуансон *1* пробивает в полосе отверстие, при этом отделяются внутренние отходы *б*, затем после продвижения полосы на шаг *1* вырубной пуансон *2* отделяет деталь по наружному контуру от полосы. Матрица *3* в этом штампе состоит фактически из двух матриц, ответных двум пуансонам *1* и *2*. На торцевой части вырубного пуансона *2* имеется выступающая часть – ловитель, при помощи которого полоса более точно ориентируется относительно вырубной матрицы. Из схемы видно, что если при вырубке полоса не будет зафиксирована точно, то шайба получится разностенной, внутреннее от-

верстие будет расположено эксцентрично относительно внешнего контура. При работе на этом штампе детали и внутренние отходы можно удалять под стол пресса, т.е. производить штамповку на провал.

Штамп совмещенного действия, как и последовательного, объединяет в себе пробивной и вырубной штампы, но образование контуров производится в нем одновременно, сконцентрировано в одном месте. Пробивной штамп находится внутри вырубного штампа.

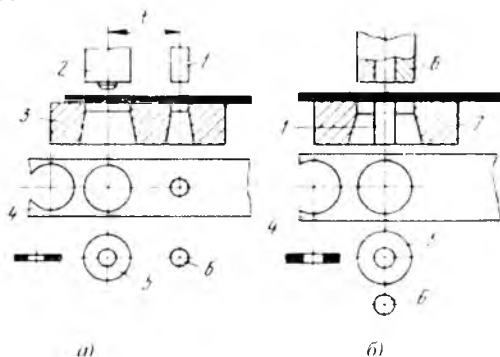


Рис. 5.8. Штамп последовательного и совмещенного действия:

а — последовательного действия; *б* — совмещенного действия:

1 — пуансон для пробивки; 2 — пуансон для вырубки; 3 — матрица для пробивки и вырубки; 4 — отходы полосы; 5 — деталь; 6 — внутренние отходы; 7 — матрица для вырубки; 8 — пуансон для вырубки и матрица для пробивки

Как и в процессе резки металла ножницами, вырубка деталей в штампах вызывает сначала упругую деформацию заготовки, затем пуансон подвергает металл пластической деформации в зоне среза.

Для уменьшения сил трения штампы и заготовки перед вырубкой деталей необходимо смазывать обычным машинным маслом. Опытom установлено, что при отсутствии смазки усилие вырубки повышается на 3-6%, а усилие проталкивания детали — на 30-40%; кроме того, отсутствие смазки снижает скорость штампа и ускоряет затупление режущих кромок.

В некоторых случаях для уменьшения усилия вырубки производится скашивание кромок пуансона или матрицы, а если в штампе имеется несколько пуансонов, то их располагают на разных уровнях, чтобы вырубка происходила не одновременно по всей площади среза. На рис. 5.9 показаны схемы таких штампов.

В штампе со скошенным пуансоном (рис. 5.9, *а*) отдельная часть заготовки искривляется и поэтому на таком штампе можно производить только пробивку отверстий. В штампе со скошенной матрицей (рис. 5.9, *б*) искривляется заготовка, а отделяемая от неё часть остается плоской, что необходимо для вырубки деталей по наружному контуру. На рис. 5.9, *в* показано расположение пуансонов на разных уровнях. Высота h скоса может быть разной и зависит от того, насколько интенсивно необходимо снизить усилие вырубки. Чем больше скос, тем меньше необходимое усилие. На практике высоту h скоса принимают рав-

ной 0,5s-1s. Методика определения необходимого усилия для разных случаев является общей. Трудность определения усилия обусловливается трудностями определения мгновенной площади среза, которая зависит от формы детали и изменяется в каждый данный момент времени. Расчеты показывают, что при вырубке прямоугольных деталей скос режущих кромок на 2° снижает усилие вырубки на 17-25%, а скос кромок на 4° – на 45-55%.

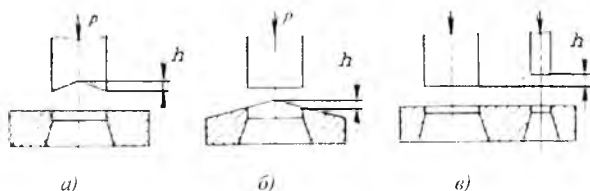


Рис.5.9. Схемы штампов, в которых резка выполняется не одновременно по всей площади среза: *а* – для пробивки отверстий; *б* – для вырубки деталей по паружному контуру; *в* – для последовательной вырубки деталей

5.2. Изготовление листовых деталей методом гибки

Общие сведения. Гибка – очень распространенная формообразующая операция листовой штамповки. При выполнении гибки сечения заготовки в зоне изгиба поворачиваются относительно нейтрального слоя напряжений на определенный угол, в результате чего плоская заготовка превращается в деталь пространственной формы с прямолинейными образующими. На рис. 5.10 приведены схемы гибки.

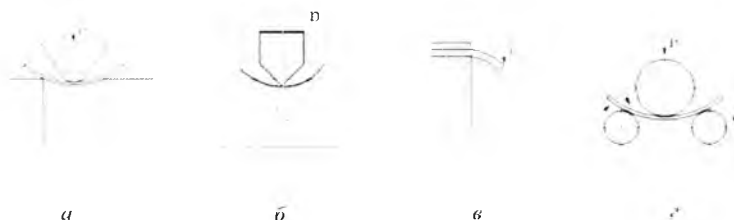


Рис. 5.10. Схема операции гибки: *а* – свободная гибка; *б* – гибка с чеканкой; *в* – консольная гибка; *г* – гибка прокаткой

Технологическая операция гибки характеризуется радиусом и углом изгиба детали (рис. 5.11). Различают внутренний $R_{вн}$ и наружный $R_{н}$ радиусы, характеризующие соответственно кривизну вогнутой и выпуклой поверхностей заготовки в зоне изгиба, а также радиус R_0 нейтрального слоя напряжений, характеризующий кривизну поверхности внутри заготовки, которая разграничивает растянутую и сжатую зоны по высоте сечения. Под углом гибки понимается центральный угол φ .

В основу анализа напряженно-деформированного состояния заготовок положена плоских сечений. Согласно этой гипотезе сечения $ABCD$ и $A'B'C'D'$ в изогнутой заготовке, оставаясь плоскими, лишь просто разворачиваются относительно друг друга, переставая быть параллельными. При этом внешние волокна AA' на выпуклой стороне заготовки растянуты, а на вогнутой стороне DD' сжаты. Они разделяются нейтральным слоем OO , где тангенциальные напряжения равны нулю.

Гипотеза плоских сечений применима при упругих и малых упруго-пластических деформациях. При больших пластических деформациях плоские сечения несколько искажаются. Однако для технических расчетов обычно этим пренебрегают, т.е. гипотеза плоских сечений с некоторой погрешностью используется на практике.

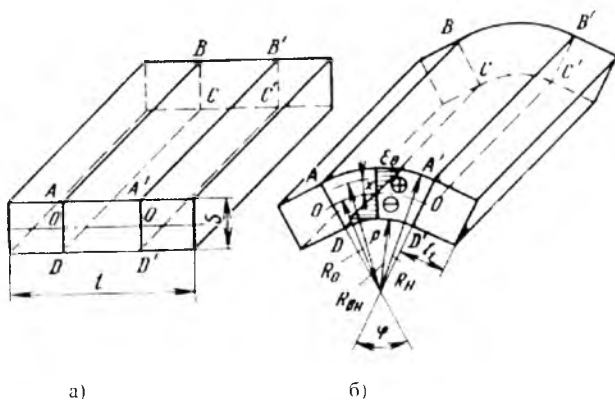


Рис. 5.11. Распределение тангенциальных деформаций при гибке заготовки:
а – исходная заготовка; б – изогнутая заготовка

5.3. Технология гибочных работ

Гибка на оправках. Как уже указывалось, при изготовлении единичных заказов и в период запуска новой машины в производство, когда серийная технологическая оснастка – гибочные штампы – ещё не изготовлена, детали небольших габаритов гнут вручную на оправках.

Контур рабочей поверхности оправки изготавливается по шаблону внутреннего контура (ШВК) деталей. Радиус рабочей кромки берется по шаблону контура сечения (ШКС) детали с учетом угла пружинения. Материалом для изготовления гибочных оправок служит баленит или любая поделочная сталь. Производительность при гибке в оправках во много раз меньше производительности при гибке в штампах. Поверхность детали повреждается ударами молотка или киянки и детали требуют сплошного контроля.

Гибка в штампах. При серийном и крупносерийном производстве детали наибольших габаритов из листового материала изготавливают в ниточных инструментальных штампах. Поскольку гибка в штампах обеспечивает высокую точность размеров и взаимозаменяемость деталей, то в отдельных случаях штампы удешевленной конструкции применяют при изготовлении мелких партий деталей.

По конструктивным признакам гибочные инструментальные штампы подразделяются на четыре группы:

- 1) простые, с цельными пуансоном и матрицей;
- 2) с пуансоном и матрицей, поворачивающимися или скользящими в процессе гибки детали;
- 3) комбинированные, в которых операция гибки совмещается с другими операциями или совмещаются несколько последовательно выполняемых операций гибки.

Штампы с цельными пуансоном и матрицей, наиболее простые в изготовлении и отделке, в свою очередь, могут быть разделены на три подгруппы:

- а) штампы, работающие на провал;
- б) штампы с калибрующим ударом;
- в) штампы с выталкиванием.

Штампы, работающие на провал, просты и недороги в изготовлении. Заготовка фиксируется на матрице с помощью упора и рамки – фиксатора. Пуансон, изогнув деталь, проталкивает ее через отверстия в матрице и столе пресса в подставленную тару. Хотя заготовка и фиксирована на матрице, из-за неодинакового трения или неодинакового сопротивления изгибу гибка происходит с неодинаковым перемещением сторон и деталь получается бракованной. С целью устранения этого явления конструкция штампа должна иметь подвижные фиксаторы, позволяющие выставить заготовку в нужном положении.

Пружинение детали при такой конструкции не компенсируется; деталь приходится дорабатывать или мириться с возможными отклонениями.

В штампах с прижимом – выталкивателем заготовка, с момента соприкосновения с ней пуансона в течение всей гибки зажата между прижимом и пуансоном, что предохраняет заготовку от сдвига. Для сохранения качества детали в прижим или пуансон запрессовывается керн, который, вдавившись в заготовку, обеспечивает невозможность ее сдвига относительно пуансона. Поскольку колебания в величине усилия зажатия заготовки не отражаются на процессе гибки, гибочные штампы обычно устанавливаются с универсальными буферными устройствами, имеющимися в прессах, что резко удешевляет штамп.

Штампы со скользящими или поворотными частями применяются при гибке деталей сложной конфигурации или для компенсации пружинения.

Оборудование для гибки деталей в штампах. При небольшой высоте изгибаемой детали, когда ход пуансона небольшой, операция выполняется на простых кривошипных прессах, применяемых для вырубных работ с установленными на них универсальными буферными устройствами. Если деталь высокая, то кривошипные вырубные прессы, имеющие небольшой ход ползуна, непригодны и штамп проектируется на прессы, применяемые для вытяжных

работ – кривошипные гидравлические или фрикционные. Если деталь гнется с правкой (с калибрующим ударом), то применяются гидравлические прессы. На кривошипных прессах гибка с калибровкой, при больших плюсовых отклонениях по толщине заготовки, может привести к поломке пресса. При выборе пресса и конструкции штампа учитываются не только размеры, материал и толщина стенок детали, но и наличие свободного оборудования на производственных участках, наиболее экономичный раскрой листа – заготовки и целый ряд других факторов.

Плоские детали средних и больших габаритов с бортами составляют как по количеству, так и по весу значительную часть от общей массы деталей каркаса самолета. К этим деталям относятся шпангоуты (из листового материала), нервюры, всевозможные стенки, перегородки и т.д. Общим признаком этой группы деталей является наличие бортов.

5.4. Оснастка и технологии гибки профилей из листа

Получение профилей из листа методом стеснённого изгиба. Как уже указывалось, основной недостаток профилей, согнутых из листа – нежёсткие углы между стенкой и полками. В последние годы задача получения гнутых из листа профилей с жёсткими углами решена методом стеснённого изгиба. Этот метод особенно важен при изготовлении кольцевых деталей типа шпангоутов с большими поперечными сечениями. До последнего времени такие детали во многих случаях изготавливались путём обработки на металлорежущих станках кованных, катанных или гнутых заготовок, имеющих прямоугольное сечение. При таком способе коэффициент использования дорогостоящего материала не превышает 0.1–0.2. При переводе таких заготовок на гибку из листа коэффициент использования материала можно повысить до 0.7–0.8. Однако из-за малых радиусов в углах между полками такая гибка ранее не производилась. Лишь в последние годы был разработан метод стенового изгиба для решения этой задачи.

Сущность процесса стенового изгиба заключается в том, что плоская полоса – заготовка профиля сжимается в поперечном направлении, после чего гнётся с сохранением и увеличением напряжения сжатия в процессе изгиба. Стеснённый изгиб может быть применён при протягивании, прокатывании, штамповке и изгибе кромок.

Схема стеснённого изгиба при прокатывании ролика приведена на рис. 5.12. Гибка профиля осуществляется прокаткой в четырёх парах роликов.

При прокатке в первых двух парах роликов (см. рис. 5.12, *а, б*) выполняется простой изгиб. В третьей и четвёртой парах – стеснённый.

Метод стеснённого изгиба был применен при изготовлении стрингера каркаса фюзеляжа самолета Ил-114, так как полученные стрингеры дают значительный весовой выигрыш.

Технология гибки профилей из листа. Поскольку при равновеликой площади поперечного сечения прессованные профили имеют большую жесткость и точность, профили, получаемые гибкой из листа, применяются в тех

случаях, когда нет прессованных профилей требуемого сечения. Профили из листа изготавливают гибкой нарезанных гильотинными ножницами полос на специальных листогибочных прессах. Применение для этой цели обычных эксцентриковых прессов нецелесообразно, так как штампы получаются громоздкими, дорогими и неудобными в эксплуатации.

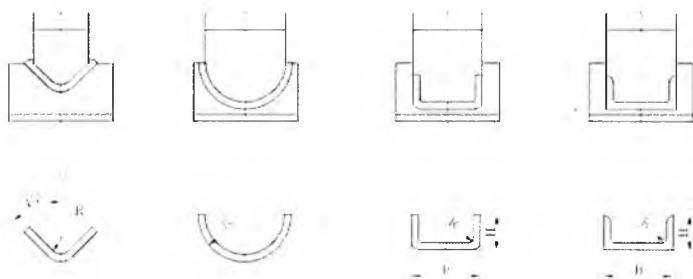


Рис. 5.12. Схема стесненного изгиба профиля из полосы

Гибка профилей из листа обычно выполняется в универсальных штампах по схеме свободного изгиба, реже – в специальных штампах. Заготовка 7 (рис.5.13,а) свободно укладывается на матрицу 3, с ориентировкой по ширине, по универсальным опорам, имеющимся на прессе. После включения хода ползуна пресса деталь гнется пуансоном 1 на требуемый угол с учетом угла пружинения, определяемого при гибке первой детали и компенсированного увеличением глубины захода в зев матрицы.

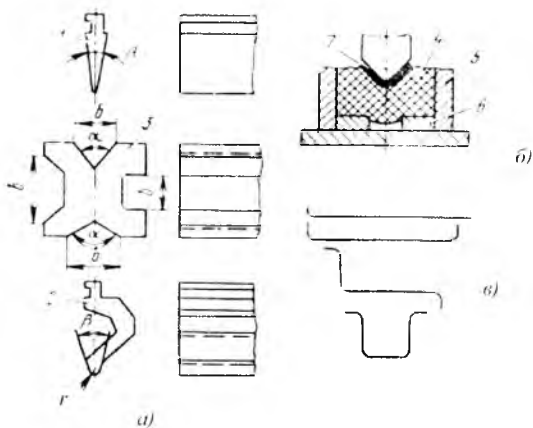


Рис. 5.13. Универсальные гибочные штампы: а – конструкция пуансона и матрицы; б – конструкция матрицы с полиуретановой подушкой; в – последовательность гибки профиля: 1, 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – полиуретановая подушка; 5 – контейнер; 6 – ограничительные пластинки; 7 – заготовка

Универсальный штамп состоит из прямого 1 (рис. 5.13,б) или изогнутого 2 пуансона и универсальной матрицы 3, имеющей на гранях различные по размерам и форме пазы. Размеры пазов обычно нормализуются при свободной гибке.

Гибка с растяжением. Технологический процесс гибки профилей прокаткой в роликах имеет ряд недостатков: операция трудоемка и состоит из большого числа проходов, включающих замеры детали. Профили при прокатке закручиваются и замалковываются. Этих недостатков не имеет процесс гибки с растяжением. Гибка профилей с растяжением – операция, аналогичная обтяжке с растяжением обшивок двойной кривизны.

Гибку профилей с растяжением осуществляют на профилегибочных растяжных станках ПГР (рис. 5.14). На этих станках гибку с растяжением можно производить двумя способами: 1) заготовка предварительно растягивается под воздействием силы N , а затем происходит гибка (обтягивание) по оправке; 2) сначала заготовку изгибают на роликовых станках или другим способом, а потом калибруют растяжением по оправке. При первом способе концы заготовки 10 вставляют в зажимы 8. Это делается, когда поворотные кронштейны 2 находятся в исходном положении. После этого включают гидропривод растяжных цилиндров 3. Заготовка растягивается и обтягивается по оправке 11 при повороте кронштейнов. Поворот кронштейнов выполняется с помощью тяг 6 при ходе штока 5 гибочного гидроцилиндра 4. Преимущество этого способа в том, что гибка с растяжением происходит при смещении нейтрального слоя от центра масс сечения заготовки (профиля). В этом случае деформация сжатия уменьшается или вовсе отсутствует. Это важно для предотвращения потери устойчивости стенок заготовки.

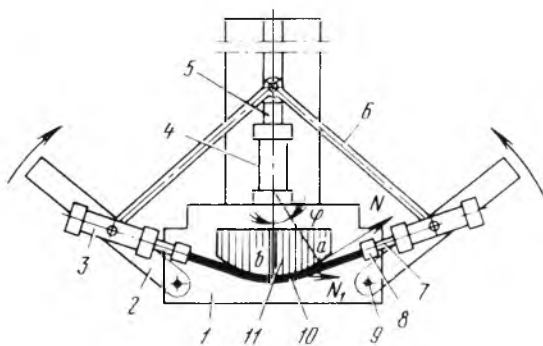


Рис. 5.14. Схема гибки с тангенциальным растяжением на станке ПГР-6:

- 1 – стол станка; 2 – поворотный кронштейн; 3 – гидроцилиндр для растяжения; 4 – гидроцилиндр для гибки; 5 – шток гибочного цилиндра; 6 – тяга; 7 – шток растяжного цилиндра; 8 – зажим; 9 – ось вращения кронштейна; 10 – заготовка (профиль); 11 – оправка

Сущность второго способа заключается в том, что при отсутствии натяжения или незначительном натяжении шток гидроцилиндра 4 делает ход, тяги 6 поворачивают кронштейны 2, и происходит обычная гибка профиля по оправке со всеми недостатками, присущими этому процессу (потеря устойчивости, значительное пружинение). Но после гибки путем растяжения заготовки на определенный угол ϕ можно несколько сгладить складки и уменьшить пружинение. Недостаток этого способа выражается в неравномерности распределения осевого растяжения по длине профиля из-за сил трения, которые возникают в зонах контакта профиля с оправкой. В центральной зоне изогнутого профиля значение силы трения больше чем на границах контакта.

Гибка в штампах. Короткие детали (длиной до 500 мм) гнутся в штампах за один удар. При стреле прогиба, не превышающей половины высоты полки, детали из дуралюмина гнут в закаленном состоянии, при большой кривизне – в свежезакаленном или отожженном состоянии. При проектировании штампа должен учитываться угол пружинения детали, который определяется опытным путем.

На рис. 5.15 приведена одна из конструкций штампа для гибки профилей, который может быть установлен на эксцентриковом, кривошипном, фрикционном или гидравлическом прессе. Верхняя и нижняя часть штампа универсальные. В них с помощью стопорных винтов 1 крепятся сменные пуансон 2 и матрица 3. Матрица состоит из двух половин, фиксируемых между собой штифтами 4. В штампе одновременно гнутся две детали (правая и левая). Корпус штампа – стальной, пуансон и матрица – из балинита.

Прямолинейность плоскости изгиба готовых деталей проверяется по плите. Кривизна контролируется по ШГ, контрольному плазу, лекалам и т.д. При большом объеме производства целесообразно пользоваться переналаживаемыми контрольными приспособлениями.

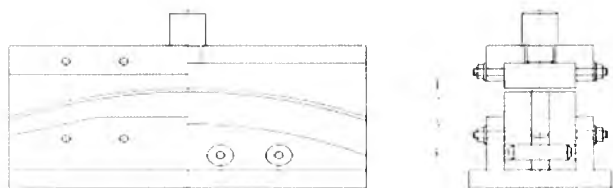


Рис. 5.15. Штамп со сменными сухарями для гибки профилей:
1 – стопорный винт; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – штифт

Штамповка эластичными средами. В самолетостроении применяют ряд специфических методов изготовления деталей, которые отличаются универсальностью и меньшими затратами труда и средств на подготовку производства. К числу этих методов относится метод штамповки эластичными средами. Под таким названием объединяют все методы штамповки, где в качестве универсальных пуансонов применяются резина, полиуретан, жидкость, газ или

комбинация этих сред. На рис. 5.16 показаны наиболее распространенные способы штамповки эластичными средами и жидкостью.

При штамповке по схеме рис. 5.16, *а* плоскую заготовку 2 помещают на пуансон (формблок) 1, находящийся на нижней плите 5; универсальной матрицей служит контейнер 4, внутренняя полость которого заполнена резиной или полиуретаном.

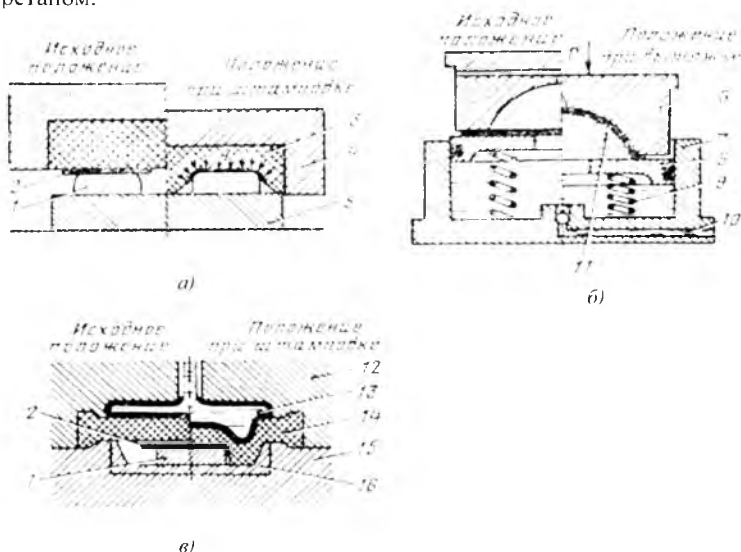


Рис. 5.16. Схемы штамповки: *а* — резиной (полиуретаном);

б — жидкостью; *в* — жидкостью через резиновую диафрагму;

- 1 — пуансон; 2 — заготовка; 3 — резина; 4 — контейнер; 5 — нижняя плита; 6 — матрица;
7 — корпус штампа; 8 — прижим; 9 — пружины прижима; 10 — канал для подачи жидкости;
11 — деталь; 12, 15 — верхняя и нижняя части корпуса;
13 — контейнер для жидкости; 14 — резиновая диафрагма; 16 — плита

При движении вниз плунжера прессы и закрепленного на нем контейнера внутренняя полость контейнера замыкается нижней плитой 5 и в его полости начинает увеличиваться давление резины q . Под давлением заготовка прижимается к пуансону и начинает деформироваться. В конечной стадии процесса давление достигает максимального значения, заготовка полностью обжимается по пуансону и принимает его форму.

Для штамповки по этому способу применяют специализированные гидропрессы усилием $2.5 \cdot 10^5$ и $5 \cdot 10^5$ Н. Размеры рабочей зоны контейнеров соответственно равны 1×2 м и 3.5×1.3 м. Давление в контейнере $8 \cdot 10^4 \dots 10^6$ Па. Для выполнения групповой штамповки на нижнюю плиту одновременно устанавливают несколько формблоков с заготовками и за один рабочий ход плунжера на каждом из них штампуют отдельные детали.

При способе 5.16, *б* и 5.16, *в* происходит аналогичный процесс, но в качестве эластичной среды в первом случае служит жидкость, а во втором — жидкость и резиновая диафрагма.

Конструктивно эти штампы представляют собой жесткий корпус, состоящий из двух массивных частей – верхней 12 и нижней 15, стянутых болтами. Внутри корпуса имеется рабочая полость – контейнер, который внизу закрыт резиновой диафрагмой 14; давление жидкости на заготовку передается через диафрагму. В рабочую зону пресса подаются по рольгангу плиты 16 с формблочками и заготовками.

При помощи штамповки резиной изготавливают детали главным образом из алюминиевых сплавов: нервюры, шпангоуты и их детали, диафрагмы, стенки, перегородки, полупатрубки и др. Отличительной чертой таких деталей являются: большие размеры (длиной до 3 м), малая жесткость, сравнительно небольшая деформация заготовки при изготовлении детали.

Этим способом изготавливают несколько тысяч наименований деталей. Трудоемкость выполнения этих операций достигает 15% от общей трудоемкости заготовительно-штамповочных работ.

Штамповка эластичными средами является одним из основных методов изготовления деталей самолетов.

5.5. Изготовление деталей самолета из профилей

Профили представляют собой наиболее многочисленную по номенклатуре, количеству и трудоемкости изготовления группу деталей самолета. В конструкции средних самолетов общая длина деталей из профилей достигает 15 км при номенклатуре деталей 12000-15000 шт. По способу получения заготовок профили делятся на прессованные и гнутые из листа.

Основная масса деталей изготавливается из прессованных профилей. При той же площади поперечного сечения прессованные профили, имеющие жесткие углы, а в ряде случаев и утолщения (бульбы) на краях полков, имеют большую жесткость, чем гнутые из листа.

Прессованные профили поступают на самолетостроительное предприятие в виде прямолинейных полуфабрикатов длиной 6-12 м. По технологическим признакам, в основу которых положены трудоемкость и техническая сложность операций по изготовлению и группы оборудования, детали из профиля, разбиты на семь технологических групп: 1) прямые; 2) небольшой кривизны (типа стрингеров, поясов, лонжеронов); 3) детали большой кривизны (типа шпангоутов) с углом изгиба до 180°; 4) с углом изгиба до 360°; 5) знакопеременной кривизны; 6) с местными изгибами по малым радиусам; 7) короткие из профилей, получаемые в штампах. На рис. 5.17 приведены наиболее часто встречающиеся типы деталей, изготавливаемых из профилей.

Типовая технология изготовления деталей из профилей может включать следующие операции: а) разрезку профилей по длине; б) зачистку заусенцев; в) клеймение; г) правку на прессах и на плите (рихтовку); е) обрезку скосов; ж) обрезку радиусов и фасонную торцовку; з) образование местных вырезов в полках профилей; и) малковку; к) подсечку; л) гибку; м) пробивку или сверление отверстий в полках профилей; н) герметическую обработку; о) антикоррозионные покрытия; п) контроль.

В зависимости от размеров, материала, требуемой частоты, точности, масштаба производства и наличия оборудования профили разрезаются по длине в штампах, анодно-механических станках, маятниковых дисковых пилах, на пресс-пожницах, абразивных отрезных станках.

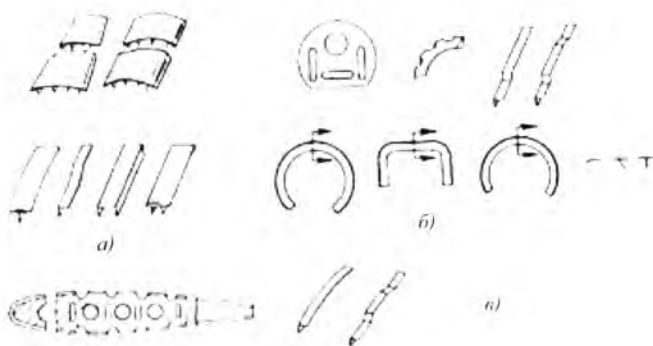


Рис. 5.17. Типовые детали узлов планера самолета, изготавливаемых из профилей:
а – детали панелей (стрингера); *б* – детали шпангоутов (стойки, обода, кницы и т.п.);
в – детали нервюр (стойки, пояса, кницы и т.п.)

Заусенцы, образовавшиеся на торцах детали после отрезки, зачищают с помощью пневматических или электрических ручных шлифовальных машинок.

Для четкости хранения и транспортировки деталей из профилей их клеймят сразу же после отрезки. Маркировка (клеймение) деталей из профилей – одна из трудоемких операций, что обуславливается большим количеством знаков маркировки (в ряде случаев до 20). При клеймении стальными или вольфрамowymi клеймами операция выполняется на пневматических настольных прессах.

Операция правки необходима, поскольку детали деформируются при транспортировке в виде заготовок и при отрезке. Кроме того, допуски на непрямолинейность профилей в состоянии поставки часто превышают допуски на непрямолинейность самолетных деталей из этих профилей. Поэтому после отрезки в технологический процесс включается операция правки. Профили небольших сечений правятся на чугунной рихтовочной плите ударами резиновой и деревянной киянки. Детали тяжелых сечений правятся на консольных гидравлических прессах, установив деталь на две опоры и нагружая в середине давление ползуна пресса. На фрикционных прессах детали правят чеканящим ударом.

Прямолинейные скосы полок с наименьшими затратами труда можно обсекать на универсальных переналаживаемых штампах.

Малковка выполняется в специальных или универсальных штампах, специальных профилеразводных станках или прокаткой в роликах. Операция малковки требует больших усилий, необходимых для переформовки материала жесткого угла профиля. Поэтому регулируемые универсальные штампы, на которых рабочие усилия воспринимаются болтами и деталями, удерживаемыми

ми силами трения, возникающими от затяжки болтов, применяются, главным образом, при малковке профилей с малой жесткостью.

Подсечка профилей из-за жесткости вертикальной стенки требует значительных усилий. Обычно подсечка выполняется в штампах со сменными сухарями. В большинстве случаев в конструкции самолетов размеры подсечек назначаются по нормальям, что позволяет обеспечить весь объем работ по самолету небольшим числом штампов.

Гибка – наиболее сложная и трудоемкая операция технологического процесса изготовления деталей из профилей. Трудности, возникающие при гибке профилей, объясняются двумя их особенностями:

1) наличием вертикальных полок, предельно нагружаемых и деформируемых из-за значительных расстояний от нейтральной оси изгибаемого сечения; предохранение этих полок от потери устойчивости – одна из основных трудностей процесса;

2) несовпадением плоскости изгиба с главными осями инерции сечения, что вызывает косой изгиб и связанное с ним закручивание изогнутой детали.

Решение этих двух задач достигается выбором метода гибки. Из существующих методов гибки наибольшее преимущество находят: гибка прокаткой в роликах с растяжением, гибка проталкиванием через фильеры, гибка в штампах, гибка раскаткой. Хороший эффект дает сочетание этих методов с нагревом заготовки.

Гибка профилей путем прокати в роликах – наиболее распространенный способ. Ролики, особенно сборные, представляют собой в значительной степени универсальный инструмент. Изменяя их взаимное расположение, можно получить детали самой различной кривизны, а изменяя набор деталей, из которых собирается ролик, прокатывать профили различных сечений.

Распространенные схемы гибки профилей на профилегибочных станках приведены на рис. 5.18.

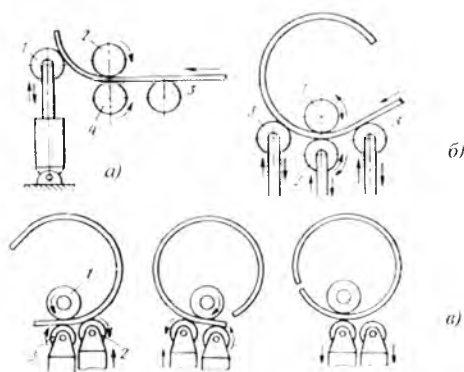


Рис. 5.18. Схема гибки на профилегибочных станках: а – станок ПГ-2м (1 – гибочный ролик; 2 – верхний приводной ролик; 3 – направляющий ролик; 4 – нижний приводной ролик); б – станки ПГ-3 и ПГ-4 (1 – верхний приводной ролик; 2 – нижний приводной ролик; 3 – гибочные ролики); в – станок ПГ-6 (1 – верхний ролик; 2 и 3 – нижние ролики)

5.6. Изготовление обшивок самолета

Обшивки самолета по технологическим признакам можно разделить на три основные группы: 1) обшивки одинарной кривизны (с прямолинейной образующей); 2) крупногабаритные обшивки двойной кривизны (у которых любое сечение дает кривую линию); 3) мелкогабаритные обшивки со сложной конфигурацией типа заливов, законцовок обтекателей.

Разработка технологического процесса изготовления обшивки и выбор оборудования определяются принадлежностью детали к одной из этих групп, а также материалом детали, объемом производства и техническими условиями на изготовление и приемку.

К первой технологической группе относятся детали обшивки центральной части фюзеляжа, стабилизатора, крыла и центроплана. Они, в свою очередь, образуют три технологические группы:

1) цилиндрические – из листа с постоянной, по длине детали, кривизной сечения;

2) конические – из листа с переменной, по длине детали, кривизной сечения;

3) монолитные, в которых обшивка составляет одно целое с ребрами жесткости. По конфигурации монолитные обшивки могут быть как цилиндрическими, так и коническими.

Типовой технологический процесс изготовления цилиндрических и конических обшивок одинарной кривизны включает следующие операции: отрезку заготовки; гибку; чистовую обрезку по контуру и вырезание окон.

Изготовление обшивок одинарной кривизны. Основным способом гибки обшивок одинарной кривизны – прокатка в трехвалковых станках типа КГЛ. При малых радиусах изгиба обшивки (например, на обшивках носков плоскостей) способ прокатки неприменим и обшивки этого типа получают обтягиванием на обтяжных прессах. Технология и используемое оборудование для изготовления обшивок одинарной кривизны достаточно хорошо и доступно отражены в учебной литературе [1].

Изготовление обшивок двойной кривизны. Обшивки двойной кривизны со средними и большими размерами в начальной стадии освоения серийного производства можно изготавливать выколоткой на пневматических молотах по шаблонам ШКС или макетами – эталонами поверхности. При этом обычно производят посадку краев детали на посадочных станках.

Сферические обшивки типа днищ в мелкосерийном производстве и при изготовлении опытных машин успешно изготавливаются способом последовательной местной деформации. При серийном производстве наиболее рациональным методом изготовления обшивок двойной кривизны является вытяжка из плоских листов на обтяжных прессах.

Оборудование для изготовления обшивок двойной кривизны выбирают в зависимости от формы, габаритов, толщины детали и материалов, из которых они изготавливаются. Во многих случаях как при изготовлении выколоткой, так и при изготовлении обтяжкой возникает необходимость двойных работ по

сглаживанию складок и посадке краев заготовок или уже отформированных деталей. Доводочные работы, выполняемые вручную или на посадочных станках, при изготовлении обшивок двойной кривизны неизбежны даже при хорошо отработанной технологии.

При выколотке кривизны обшивки получаются путем увеличения площади внутренних участков при неизменяющихся размерах наружных участков, что сопровождается нежелательным утончением материала, частичным и необратимым изменением его механических свойств вследствие нагортки и частичным повреждением наружного защитного слоя от ударов молотка. Операция мало производительная, требует высокой квалификации исполнителей и сплошного контроля кривизны и толщины стенок.

Обтягивание. Сущность процесса обтягивания заключается в том, что плоская заготовка-лист 2 (рис. 5.19) превращается в пространственную деталь растягивающими усилиями P_p . При состоянии пластического растяжения во всех сечениях деталь пластически деформируется, плотно прилегая к поверхности обтягиваемого пуансона 4 и принимая форму этой поверхности. Основным условием получения детали требуемых размеров является растяжение всех сечений заготовки до состояния пластичности. При простом изгибе верхние слои заготовки растягиваются, нижние — сжимаются, а слой, расположенный на нейтральной линии (примерно в середине толщины листа), изгибаясь, не изменяет своей длины. После снятия изгибающих усилий вследствие деформаций изогнутая деталь частично распрямляется. При этом удлинненные при изгибе верхние слои несколько сокращаются, а сжатые — несколько удлиняются. Чем больше радиус изгиба, тем большее значение имеют упругие деформации (пружинение) после снятия изгибающего усилия.

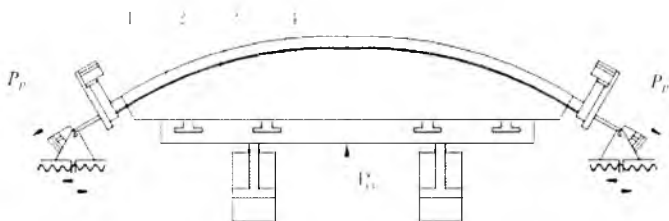


Рис. 5.19. Схема обтягивания с предварительным растяжением:
1 — зажим; 2 — заготовка; 3 — стол; 4 — пуансон

При изготовлении обшивок второй группы, в большинстве случаев имеющих большие радиусы кривизны, упругие деформации имеют весьма большое значение. При большом значении отношения радиуса изгиба R к толщине листа s (для дуралюмина при $Rs = 125$) изгиб может полностью происходить в пределах упругих деформаций, и после снятия изгибающих усилий заготовка полностью возвращается к первоначальной форме. Угол пружинения, на который надо при обтягивании сложной детали дополнительно изогнуть заготовку,

чтобы получить деталь требуемой кривизны, расчетным методом точно определить невозможно. Кроме того, этот угол различен даже для листов из одной партии заготовок.

Таким образом, компенсировать пружинение соответствующей корректировкой размеров обтяжного пуансона практически невозможно. Самым распространенным в самолетостроении методом уменьшения влияния других деформаций при изгибе на конечную форму детали является гибка с растяжением, а применительно к пространственным деталям, изготовленным из листа, — обтяжка.

Технология обтяжки. Основными факторами, определяющими построение технологического процесса обтяжки, являются:

- 1) размеры и форма детали;
- 2) механические свойства материала заготовки;
- 3) коэффициент обтяжки;
- 4) относительная величина радиуса кривизны.

Обтяжку можно выполнять по двум схемам:

- а) простой обтяжки;
- б) обтяжки с предварительным растяжением заготовки.

При простой обтяжке (по этой схеме работают прессы ОП-3, ОП-5К) заготовку — лист 2 (рис. 5.19) закрепляют в зажимах 1, после чего включают механизм подъема стола 3 с пуансоном 4. При обтяжке с предварительным растяжением заготовка 2, закрепленная в зажимах 1, сначала растягивается усилием P_p и только после этого обтягивается по пуансону 4 усилием $P_{от}$ при подъеме стола 3. Эту схему можно использовать на прессах РО-1, РО-3, ОП-5К.

Крупногабаритные обшивки двойной кривизны носовой и хвостовой части фюзеляжа гондол двигателя и т.д. изготавливают обтяжкой с предварительным растяжением. При обтяжке на прессах РО-1 и РО-3, на которых заготовка зажимается по узкой стороне, относительные потери металла на припуски под зажим меньше, чем при обтяжке на прессах ОП-3, где заготовка зажимается по широкой стороне.

5.7. Изготовление деталей на листоштамповочных молотах

Типовые детали, изготавливаемые на листоштамповочных молотах.

На листоштамповочных молотах изготавливаются небольшие по размерам детали, имеющие сложную конфигурацию обшивки, относящиеся к третьей технологической группе (рис. 5.20), когда при характерных для самолетостроения мелко- и среднесерийном производствах изготавливать подобные детали в инструментальных штампах экономически нерентабельно.

Сложные многопереходные инструментальные штампы резко удорожают самолёт, а значительные сроки, необходимые для изготовления таких штампов затягивают период запуска машины в производство.

Одним из наиболее эффективных решений этой проблемы является применение листоштамповочных (падающих) молотов, оснащенных дешёвыми.

быстро (за 3-5 смел) и несложно (путём отливки) изготавливаемыми свинцово-цинковыми штампами. Простые свинцово-цинковые штампы обычно позволяют совмещать несколько операций, требуемых при штамповке в инструментальных штампах, в одну операцию за счёт многократного повторения ударов пуансона. После изготовления необходимого количества деталей штамп используется как материал для отливки других штампов.

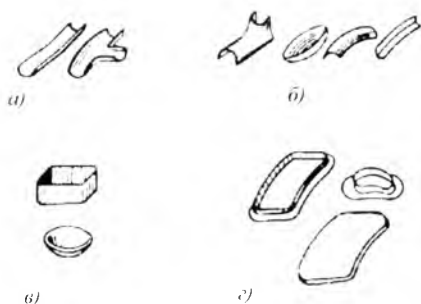


Рис. 5.20. Гиповые детали самолета, изготавливаемые на листоштамповочных молотах:
а – полупатрубки; *б* – зализы, законцовки; *в* – крышки, обтекатели;
г – двери, люки, оконтровки

Процесс штамповки на листоштамповочных молотах имеет ряд недостатков. Детали, изготовленные на листоштамповочных молотах, как по чистоте, так и по точности хуже деталей, полученных вытяжкой или формовкой в инструментальных штампах. Трудоемкость изготовления каждой детали значительно выше из-за ручной доводки, на которую требуется больше времени, чем на собственно штамповку.

Квалификация штамповщика на падающих молотах должна быть значительно выше квалификации штамповщика на кривошипных и гидравлических прессах. Это объясняется тем, что при штамповке на молотах оператор должен сам решить, где на заготовке сделать вырезы для облегчения перетекания металла, где увеличить припуск, где установить регулирующие вытяжку прокладки из резины и какие размеры должны иметь эти прокладки. Доводка детали в процессе штамповки – правка складок после каждого последующего удара – требуют от штамповщика знаний и опыта жестянщика. При регулировке силы удара стесселя по переходам требуются хорошие навыки и понимание процесса перетекания металла, которые даются многолетним опытом.

Несмотря на перечисленные недостатки штамповка на падающих молотах деталей самолёта является наиболее рентабельной и составляет 10-15% по трудоемкости от общего объёма заготовительно-штамповочных работ на самолётостроительных заводах.

Листоштамповочные (падающие) молоты. На раме молота (см. рис. 5.21), собранной из шабота 7, стоек 8 и траверсы 11 укреплен пневмоцилиндр

1, на штоке 10 которого находится стессель (ползун) 9. Верхняя часть штампа (пуансон) закрепляется на стесселе, а нижняя часть штампа (матрица) устанавливается на столе молота, отлитом как одно целое с шаботом 7. С помощью рукоятки управления 5 сжатый воздух подается в верхнюю или нижнюю полости пневмоцилиндра 1, что заставляет стессель 9 вместе с установленной на нем верхней частью штампа подниматься вверх. Сила удара регулируется высотой подъема стесселя, зависящей от поворота рукоятки управления.

Подвергающийся сильным динамическим нагрузкам, стессель 9 молота выполнен из стального литья. В нижней его части просверлены отверстия, через которые вставляют резьбовые шпильки для крепления пуансонов. Для точного направления пуансона направляющие при их износе могут выдвигаться из стоек 8 с помощью клинчатого устройства. В верхней части стесселя имеется гнездо для закрепления конца штока 10.

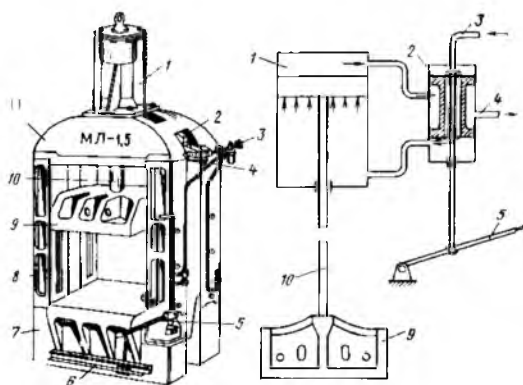


Рис 5.21. Общий вид листоштамповочного молота:

- 1 — пневмоцилиндр; 2 — золотник; 3 — трубопровод для подачи сжатого воздуха;
4 — выхлопная труба; 5 — рукоятка управления; 6 — педаль управления замками;
7 — шабот (стол); 8 — стойка; 9 — стессель; 10 — шток; 11 — траверса

Боковые стойки 8 скрепляют нижнюю и верхнюю части молота и служат направляющими для стесселя. Внутри стоек смонтированы замки, удерживающие стессель от опускания, когда не требуется производить удары. Прежде чем произвести удар, оператор должен с помощью ручки управления 5 слегка приподнять стессель 9, освободить замки от веса падающих частей, затем, нажимая ногой на педаль управления замками 6, убрать замки внутри стоек.

Верхняя траверса 11 служит для скрепления верхних частей стоек 8 с воздушным цилиндром 1. В отдельных конструкциях молотов верхняя траверса выполнена как за одно целое с цилиндром. Воздушный цилиндр 1 с находящимся внутри поршнем и штоком 10 служит для подъема стесселя 9 и увеличения скорости падающих частей при движении вниз. В верхней части цилиндра 1 имеется воздушный амортизатор, предохраняющий поршень от удара о верх-

ную крышку цилиндра. Для герметичности между подвижным штоком и нижней частью цилиндра 1 предусмотрено сальниковое уплотнение.

Шабот молота вместе с фундаментом воспринимает энергию удара падающих частей. Поэтому вес шабота в 10-16 раз превышает вес падающих частей молота.

В механизм управления молотов входит также управление предохранительными замками. Педаль 6 с помощью тяг и рычагов (при нажмиме на нее ногой) убирает замки внутрь стоек 8. При снятии ноги с педали пружины, помещенные в сойках, выпускают замки наружу, предохраняя стессель от падения. Нижней частью стессель упирается на зубья замков.

Технологические возможности листоштамповочных молотов определяются энергией удара, зависящей от веса падающих частей (вес стесселя и верхней части штампа), высоты их подъема и площадью стола.

Технология штамповки на листоштамповочных молотах. Типовой технологический процесс изготовления детали на листоштамповочном молоте включает операции: раскроя заготовки, подготовки ее под штамповку, собственно штамповку и доводочные операции.

Особенность раскроя заготовок под штамповку на листоштамповочных молотах заключается в том, что заготовки снабжаются большими припусками (обычно не менее 20 мм на сторону). Размер заготовки сначала берется по приближенной развертке детали, а затем уточняется в процессе штамповки первых деталей. Точной фиксации заготовки на штампе обычно нет. Подготовка заключается в обрезке припуска до минимума на одних и увеличении на других участках заготовки для регулирования перетекания металла при штамповке.

В зависимости от направления кривизны детали различают штамповку на вытяжку (рис. 5.22, а) и на обжатие (рис. 5.22, б). При штамповке на вытяжку деталь обращена выпуклой частью вниз. Матрица 5 штампа имеет погнутую форму, облегчающую фиксацию заготовки. Появляющиеся при штамповке складки на формируемой детали можно править, не снимая деталь со штампа. Большинство деталей штамуются на вытяжку.

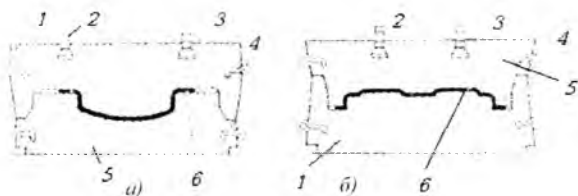


Рис. 5.22. Способы расположения заготовки на штампе:

а — штамповка на вытяжку; б — штамповка на обжатие; 1 — пуансон; 2 — шпилька;

3 — анкерная гайка; 4 — рым-болт; 5 — матрица; 6 — штампуемая деталь

При штамповке на обжатие матрица имеет выпуклую форму и заготовку необходимо перед укладкой на штамп предварительно подогнуть. Штамповка на обжатие применяется, главным образом, при калибровке деталей, отштам-

пованных на штампах первого перехода, и для формовки деталей, имеющих сложные контуры и небольшую глубину вытяжки.

Процесс штамповки протекает следующим образом: после укладки заготовки на матрицу стесселю дается небольшой ход и пуансон, заходя неглубоко в матрицу, делает первую предварительную формовку детали. Стессель поднимается и фиксируется в поднятом положении упорами. Деталь осматривают. Образовавшиеся складки и гофры выправляют вручную ударами молота без съема детали с матрицы. Затем дается второй удар с большим заходом пуансона в матрицу, деталь снова осматривают, правят и т.д. Последний удар – колибрующий – осуществляется с полным заходом и чеканящим ударом пуансона.

В большинстве случаев операция штамповки выполняется в одном штампе. Постепенный, с каждым ударом все больший заход пуансона в матрицу позволяет совместить в одном штампе несколько переходов, обычно требуемых при штамповке в вытяжных инструментальных штампах.

При глубокой вытяжке и сложных конфигурациях деталей свободная штамповка в ряде случаев не позволяет получить деталь без складок и гофров даже при расчленении операции на несколько переходов. В этом случае применяют различные прокладки, регулирующие перетекание металла заготовки. Для предупреждения складкообразования на фланцах заготовки можно пользоваться фанерными рамками 2 (рис. 5.23), выполняющими одновременно функции складкодержателя и ограничителя захода пуансона в матрицу. Рамки вырезаются из фанеры, толщиной 2-4 мм, размеры отверстий в рамках на 10-15 мм больше размеров рабочего контура матрицы.



Рис. 5.23. Схема штамповки с фанерными рамками:
1 – пуансон; 2 – фанерная рамка; 3 – заготовка; 4 – матрица

Поскольку штампы не имеют специальных устройств для фиксации заготовок и рамок, заготовка укладывается на матрицу по риску на матрице, а рамки на заготовку – по контуру проема в матрице, намеченного ударами резиновой киянки по заготовке, лежащей на матрице.

Высота пакета берется ниже высоты детали на 3-5 мм, вытягиваемых на первом переходе. Переход состоит из двух ударов. При первом, не сильном, происходит неглубокая вытяжка (ход пуансона ограничен рамками). При втором ударе, сильном, фанера рамок, спружинивая, прижимает танец заготовки к плоскости матрицы с усилием, выправляющим гофры, образовавшиеся при первом ударе, и предупреждает образование новых. Затем верхняя рамка сни-

мается, снова повторяются два удара и т.д. Рамками можно пользоваться при штамповке как на вытяжку, так и на обжатие.

Задержать или усилить перетекание металла из отдельных участков детали можно с помощью резиновых накладок, используемых на фланце заготовки и на отдельных участках ее внутреннего контура.

Реверсивная штамповка на листоштамповочных молотах применяется при вытяжке в несколько переходов. Она уменьшает местные утончения листа, значительно сокращает доводочные работы и расход металла на технологические припуски. Коэффициент использования металла при штамповке в простых штампах на листоштамповочных молотах, часто не превышающий 0.4-0.5, при реверсивной штамповке может увеличиваться до 0.75-0.8, а трудоемкость доводочных работ, обычно составляющая в среднем 30-50% общей трудоемкости изготовления детали, в отдельных случаях уменьшается на 40-50%. Одновременно с уменьшением ручных доводочных работ улучшает качество детали.

Выполняется реверсивная штамповка как в жестких штампах, так и в штампах с резиновым пуансоном. Штамповку с резиновым пуансоном применяют при изготовлении деталей простой конфигурации: днища, обтекатели, полупатрубки, коробки из листа как черных, так и цветных металлов с толщиной стенки до 2 мм. Для формообразования деталей с относительно сложной конфигурацией, при повышенных требованиях к равномерности толщины стенок и расходу материала используются жесткие штампы с пуансонами из свинца из ТПКЗ и материалами из АЦ13.

Изготовление штампов для листоштамповочных молотов. В качестве рабочей оснастки при штамповке на падающих молотах в большинстве случаев используются литые металлические штампы из цинка, свинца, модифицированного чугуна и алюминий-цинкового сплава АЦ13. Для штамповки деталей из нержавеющей стали и титановых сплавов, с целью повышения стойкости штампа, принимают стальные вкладыши. Вкладыш - это рабочая полость матрицы, изготовленного из стали и залитая в объем матрицы. Вкладыши изготавливаются механическим способом, что увеличивает стоимость штампа.

Штамп состоит из двух частей: пуансона 1 и матрицы 5 (рис. 5.23, а). Пуансон прикрепляется к стелселю молота резьбовыми шпильками 2, ввинчивающимися в залитые анкерные гайки 3. Матрица 5 устанавливается на столе молота. Для транспортировки штампов в пуансон и матрицу при отливке оставляют рым-болты 4.

Пуансон и матрицу изготавливают методом отливки. Механической обработке рабочие поверхности штампов не подвергаются, а только зачищаются слесарным способом. Изготовление таких штампов гораздо менее трудоемкое, чем изготовление инструментальных металлических штампов для прессов. Поэтому штампы для падающих молотов в несколько раз дешевле и требуют меньше времени для изготовления, что позволяет значительно сократить сроки подготовки производства.

Процесс изготовления штампов состоит из четырех основных операций: 1) изготовление модели матрицы; 2) отливки матрицы; 3) зачистки и доводки матрицы; 4) отливки и доводки пуансона.

Последовательность изготовления штампов показана на рис. 5.24.

Модель матрицы изготавливают из гипса, так как он легко обрабатывается, недефицитен и дешев. Технический гипс ($2 \text{ CaOH}_2\text{O}$), замешанный в воде, теряет текучесть через 15-30 мин и затвердевает через 20-25 мин после начала замеса.

Источниками формы для гипсовой модели могут служить: 1) деревянная болванка; 2) слепок из пескоклеевой массы (ПСК) с макета поверхности; 3) плазовые шаблоны (отдельные или собранные в корзину шаблонов); 4) чертежи деталей; 5) эталонная деталь.

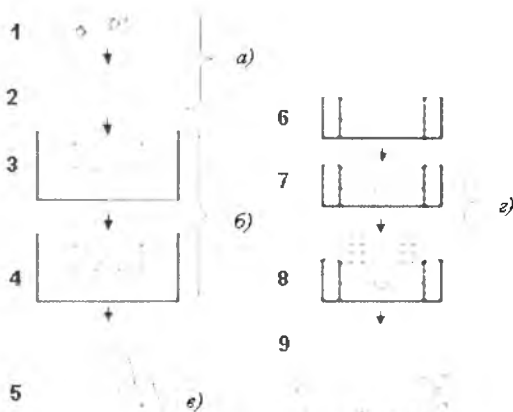


Рис. 5.24. Технологическая схема изготовления свинцово-цинкового штампа:

а – изготовление гипсовой модели; *б* – отливка матрицы; *в* – доводка матрицы; *г* – отливка пуансона; 1 – эталон патрубка; 2 – гипсовая модель матрицы; 3 – заформованная опока; 4 – залитая матрица; 5 – готовая матрица; 6 – опока с матрицей; 7 – залитый пуансон; 8 – установка гаска; 9 – готовый штамп

Болванки и слепки служат источником формы для сложных крупногабаритных деталей типа жесткостей, законцовок капотов, окантовок люков фюзеляжей и гандол двигателя.

Плазовые шаблоны применяют для изготовления гипсовых моделей деталей типа профилей, лонжеронов, нервюр, пространственных деталей, имеющих форму тел вращения и др. Чертежи деталей используются только при изготовлении гипсовых моделей простых деталей типа коробочек, профилей несложных форм, крышек и патрубков с плоским разъемом.

По эталонным деталям выполняют гипсовые модели сложных форм, изогнутых в двух плоскостях: патрубков, коллекторов горячих коммуникаций. Эталонные детали также используются в тех случаях, когда форма детали уточняется и обрабатывается по самолету или отдельному агрегату. К таким деталям относятся сложные эскизы, стыковые угольники и др.

Глава 6

ПРОЦЕССЫ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ САМОЛЕТА

Производство самолета Ил-114 предусматривает широкое применение процессов металлообработки высокопрочных алюминиевых, стальных, титановых сплавов, таких как В95, ЗОХГНА, В122 и других. Обработка указанных материалов требует разработки нового режущего инструмента, отработки режимов резания. За период освоения Ил-114 были спроектированы 7500 наименований режущего инструмента, 7800 наименований станочной и другой оснастки. Построение технологических процессов требует особого внимания в части склонности этих материалов к значительным деформациям в процессах термообработки, механообработки и к поверхностным дефектам в процессе шлифования (прожоги, трещины и т.д.).

Применение высокопроизводительного прогрессивного оборудования с программным управлением, а также многоцелевых станков типа «обрабатывающий центр» позволило обеспечить изготовление деталей с необходимым качеством, а процесс внедрения провести в сравнительно короткие сроки.

6.1. Предпосылки внедрения в производство автоматизированного оборудования с ЧПУ

Особенности процессов механической обработки в авиационном производстве обусловлены тем, что подавляющая часть номенклатуры отличается высокой сложностью геометрических форм, определяемых требованиями аэродинамики, а также максимальным использованием монолитных цельных деталей вместо сборных, что позволяет оптимально совмещать требования необходимой прочности с минимальным весом конструкции.

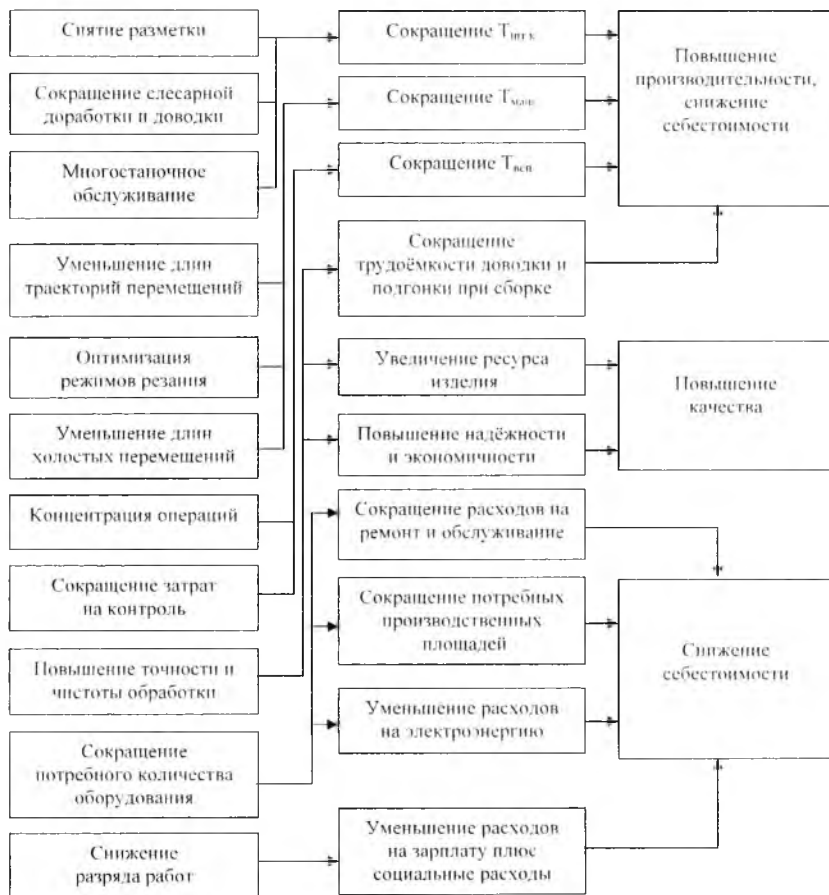
Не менее важной чертой современного авиационного производства является частая сменяемость его объектов, причем не только и не столько изделия в целом, сколько значительного объема узлов, агрегатов и деталей серийно выпускаемой машины по мере ее совершенствования, развития и модификаций и т.д. Сочетание этих особенностей предопределило в свое время появление и широкое распространение современного средства автоматизации – числового программного управления, которое, обеспечивая производительность автоматизированного оборудования, одновременно обладает легкостью переналадки универсальных станков с ручным управлением.

В основе эффективности этого вида автоматического управления лежит именно числовой способ задания управляющей информации в отличие от других, где для задания геометрических и технологических команд техпроцесса применяются физические носители – шаблоны, копии, кулачки, макеты и т.п.

Экономическая эффективность оборудования с ЧПУ. Все факторы, источники и показатели эффективности программного управления с учетом их

взаимного влияния уже давно и достаточно полно описаны во многих научных публикациях и хорошо, наглядно показаны на блок-схеме из РТМ-1311 НИИТА:

Источники и показатели экономической эффективности оборудования с ЧПУ



Весь перечень факторов и источников эффективности можно условно разделить на две группы:

- факторы, свойственные результатам автоматизации любого вида;
- факторы специфичные, свойственные именно оборудованию с ЧПУ.

К первой группе относятся все показатели, зависящие от человека как управляющего звена техпроцесса – его квалификации, физических возможностей, состояния и пр. Так, при автоматическом формообразовании деталей обеспечивается заданный режим резания на любом контуре независимо от его

сложности, чего практически невозможно достичь, перемещая исполнительные органы станка вручную по разметке. Соответственно сокращается оперативная составляющая трудоемкости механической обработки.

Далее, качество обработки деталей любой, а тем более сложной конфигурации, сформированных по разметке на станках с ручным управлением, как по точности размеров, так и по шероховатости поверхности далеки от требований чертежа, поэтому необходима длительная и трудоемкая слесарная доработка и подгонка, что соответственно увеличивает трудоемкость в целом. Обработка же на автоматизированном оборудовании при правильно разработанном и отлаженном техпроцессе обеспечивает качество в пределах заданных допусков и технических условий, а слесарная доработка в этом случае обычно сводится к зачистке и притуплению острых кромок.

Использование в качестве средства автоматизации систем ЧПУ дает, наряду со всеми вышеупомянутыми, целый ряд специфических факторов экономической эффективности. Главной их особенностью является то, что они, используя возможность максимальной концентрации операций и сокращения непроизводительных затрат времени, обеспечивают выполнение основной цели автоматизации – сочетание высокой производительности с легкостью переналадки оборудования при переходе к очередному представителю выпускаемой продукции.

Интересен тот факт, что изначально, на первых этапах становления ЧПУ технические характеристики станков не позволяли в полной мере раскрыть и реализовать весь комплекс источников эффективности. Так, все первые модели станков выпускались, как правило, в одноинструментальном исполнении – фрезерные 6Н13ГЭ-2, ЛФ-66, ФП-7, ФП-17 и пр., и токарные – 1К62ПУ и его модификации. Далее, управление этими станками осуществлялось от программ, записанных на магнитную ленту в унитарном коде, что исключало возможность задания каких-либо технологических команд помимо движения исполнительных органов.

Все это делали первые модели станков с ЧПУ, особенно токарные, мало конкурентоспособными аналогичным станкам с другими, например, копируемыми системами управления.

Весь ход развития оборудования с ЧПУ проходил по пути совершенствования конструктивных параметров и технологических возможностей, повышения степени автоматизации все более широких функций и сегодня типичными представителями станков с ЧПУ являются станки типа «обрабатывающий центр» и гибкие производственные системы (ГПС) различных уровней, управляемые от ЭВМ.

Одним из важнейших следствий числовой формы задания информации является то, что оборудование, оснащенное системой ЧПУ, является не просто средством автоматизации технологических процессов, а становится органической частью процесса последовательной автоматизированной переработки и передачи информации на всех этапах производства изделий.

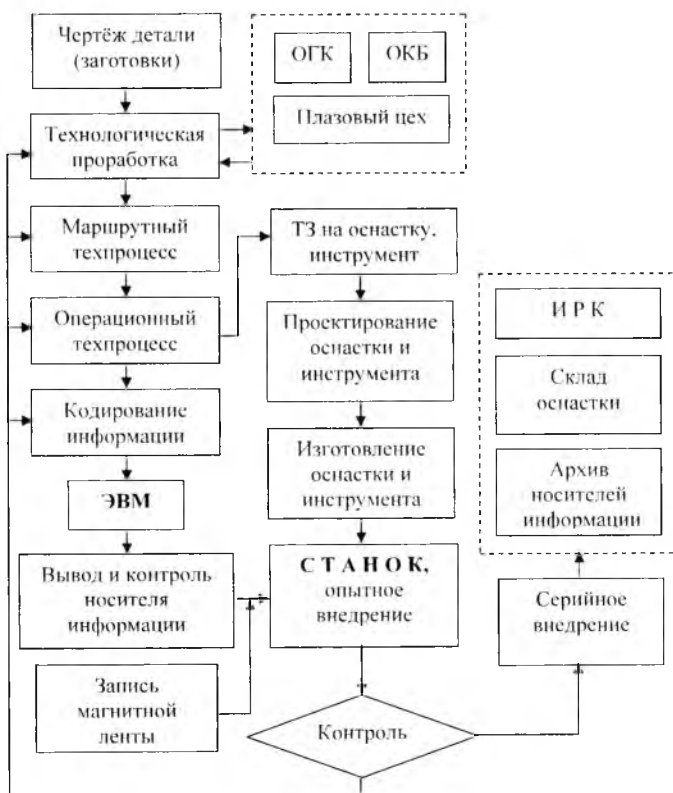
Обеспечение именно этого этапа – подготовки управляющих программ механообработки в его взаимосвязи со всеми остальными этапами, а также его со-

вершенствование и дальнейшее развитие и является основной функцией отдела программного управления технологическими процессами механообработки.

Подготовка управляющих программ для оборудования с ЧПУ. По своей сути отдел программного управления относится к службе подготовки производства с комплексным выполнением функций, свойственных ряду подразделений: технологических бюро — по разработке процессов изготовления конкретной и многообразной номенклатуры, вычислительного центра со специализацией в проведении инженерных расчетов, подразделений, изготавливающих оснастку.

На блок-схеме, представленной ниже, изображены последовательные этапы выполнения основной задачи отдела — подготовки и внедрения управляющих программ. Содержание каждого этапа обладает различной степенью специфичности с точки зрения общетехнических приемов и методов выполнения.

Блок-схема процесса подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ



Так, чертеж детали является, как и для любого другого подразделения пользователя основным техническим и юридическим источником исходной информации, выполненным в соответствии с требованиями ЕСКД и в то же время, отвечающим рекомендациям ряда РТМ по содержанию и оформлению для более удобного использования технологами-программистами.

Этап технологической проработки, являясь неотъемлемой частью технологического проектирования для любого производства, в данной схеме направлен на обеспечение всемерного использования вышеоговоренных возможностей и достоинств оборудования с ЧПУ – концентрации операций, повышения производительности и качества.

Здесь необходимо отметить, что этап технологической проработки неразрывно связан с разработкой маршрутного технологического процесса обработки номенклатуры и подчинен в каждом отдельном случае определенным требованиям рассматриваемой детали или группы деталей. По мере широкого развития и накопления соответствующего опыта появилась возможность сформировать обобщенные критерии технологичности деталей с позиций ЧПУ, перечисленные в различных справочных и руководящих материалах, следование которым в целом обеспечивает достижение высокой эффективности программных технологических процессов как по их структуре, так и по количественным параметрам назначаемых режимов резания и достигаемой точности обработки.

Так, оговаривается необходимость обеспечения возможности четкого однозначного базирования детали и ее надежного закрепления при минимальном числе простых зажимных элементов, что не только сокращает вспомогательное время, но и снижает требования к квалификации оператора, работающего у станка. Наиболее точное и удобное базирование достигается при применении двух базовых отверстий (БО), расположенных в одной или двух параллельных плоскостях. Данный способ рекомендуется максимально использовать, вплоть до введения целевых отверстий в конструкцию детали или в специальный технологический припуск на заготовке. Этапы блок-схемы до «проектирования маршрутного техпроцесса» включительно по своей сущности адекватны аналогичной работе технолога для любого вида оборудования, в то время, как все остальные этапы обладают специфичностью разной степени, определяемой особенностями ЧПУ.

6.2. Технологическое проектирование для оборудования с ЧПУ

Наибольшая специфичность технологического проектирования для оборудования с ЧПУ как по содержанию, так и по форме появляется на этапе разработки операционной технологии, где появляется новый, свойственный только программному техпроцессу документ – расчетно-технологическая карта (РТК), представляющая собой графическое отображение всех движений исполнительных органов станка, а точнее, относительного движения соответствующих инструментов с указанием пространственного расположения, размерной увязки и режимов. Особенно наглядно это видно и наиболее трудоемко по выполнению

для случаев контурной обработки на фрезерных станках с функциональной зависимостью перемещений по координатам.

Можно сказать, что во всем цикле программирования обработки этот этап является наиболее сложным, трудоемким и ответственным, поскольку здесь технолог-программист как бы совмещает в работе функции инженера, определяющего технологию в целом, с функциями квалифицированного рабочего-станочника, совершающего необходимые действия, которые напрямую зависят от его квалификации, опыта и навыков. Естественно, этот этап – разработка РТК – является творческим, трудно поддающимся формализованному описанию.

В настоящее время основным технологическим документом для обработки заготовок на станках с ЧПУ является РТК.

Существуют рекомендации по оформлению РТК и по применению технологических приемов в зависимости от типа конструктивных элементов деталей. На РТК намечают и указывают расположение базовых и крепежных элементов и строят траектории движения в плоскости XOY характерной точки инструмента для каждой операции (программы). Для фрезерной контурной обработки, например, характерной точкой является центр плоскости торца концевой фрезы, для токарной – вершина резца или центр радиуса при его вершине. Каждую из программ вычерчивают линиями различного типа или чаще различного цвета.

На траектории движения инструмента отмечают и нумеруют в соответствии с последовательностью перемещения так называемые опорные точки, в которых происходит изменение закона движения по геометрии или скорости.

Для остальных плоскостей (XOZ и YOZ) на поле РТК вычерчивают диаграммы изменений координат траектории в этих плоскостях соответствующей линией отдельно для каждой программы. Здесь же проставляют все опорные точки программы в порядке следования и обозначают как технологические команды, так и режимы обработки для каждого участка.

На практике накоплен большой опыт и сформулирован целый ряд технологических рекомендаций, обеспечивающих производительность и качество обработки на станках с ЧПУ. Так, существует ряд видов траекторий для формирования конструктивных элементов типа «колодец», «карман» и им подобных путем проходов строками, спиралями и их комбинациями. Применение таких приемов позволяет вести производительную обработку при меняющейся жесткости элементов заготовки, исключая влияние на точность получаемых размеров упругих и пластичных деформаций обрабатываемых плоскостей.

Особое внимание при построении траекторий технолог-программист вынужден уделять местам сопряжения конструктивных элементов, где, во-первых, увеличивается припуск и, во-вторых, скачкообразно изменяются скорость и направление движения исполнительных органов станка. В результате в этих зонах возникает переходный динамический процесс, чреватый появлением дефектов в виде уступов, выемок, так называемых «зарезов».

Все эти рекомендации позволяют до некоторой степени упорядочить техническую сторону проектирования операционного технологического процесса.

Однако их применение не снижает требований к квалификации и опыту исполнителя и, главное, реализация всех необходимых графических построений на РТК требует очень больших затрат непроизводительного, напряженного и монотонного труда, количество которого пропорционально габаритным размерам и сложности формы деталей.

Дальнейшее движение информации до получения управляющих программ на программноносителях, как видно из содержания элементов блок-схемы, базируясь на сочетании числовой формы задания и математических методов переработки, наиболее поддается автоматизации на базе ЭВМ различной специализации и уровней.

Исключением является этап контроля первой получаемой детали после опытного внедрения на станке. При этом даже не столько сам процесс контрольных измерений (они при существующем уровне развития контрольно-измерительных машин могут быть автоматизированы в той или иной степени), сколько анализ полученных результатов, определение причин тех или иных отклонений и принятие решений о необходимых корректирующих воздействиях и области их выполнения среди предыдущих этапов программирования обработки.

Отличительной особенностью числового программного обеспечения средства автоматизации является то, что все его достоинства и возможности могут быть реализованы лишь при комплексном подходе, при котором охватываются не только сами станки, какой бы степенью автоматизации они ни обладали, а их сочетание с процессом подготовки УП, качеством и оперативностью этой работы.

6.3. Автоматизация технологического проектирования

С этих позиций интересно проследить, как изменялись во времени способы реализации того или иного этапа приведенной блок-схемы от чисто ручного до автоматизированного в различной степени. Так, в первую очередь на соответствующей технике были реализованы запись программ с перфоленты на магнитную ленту и контроль на графопроекторе в силу того, что ручное выполнение этих работ в принципе невозможно. Для этих целей применялись узкоспециализированные машины первых поколений с весьма ограниченными возможностями, такие как ЛКП-02-60, ЛКИФ, УМС-2 и им подобные.

В этот период все остальные операции выполнялись вручную, вплоть до набивки перфолент с помощью ручного пробойника, так называемого «дырокола». Расчет геометрических параметров производился на электромеханических счетных машинах типа «Курск», «Рейнметалл» и им подобных и лишь в некоторых случаях – на ЭВМ первого поколения «Урал-4».

С этого уровня началась и по настоящее время продолжается работа по автоматизации процесса программирования обработки, причем очередность охвата этапов определяется степенью их формализации. Именно поэтому в настоящее время наиболее автоматизированными являются этапы, связанные с

математической обработкой и кодированием в основном геометрической части управляющей информации. В качестве технической базы здесь применялись средства ЭВТ различных поколений, мощности и специализации – машины серии СМ (СМ-1420, СМ-3, СМ-4), ЕС (1022, 1045) и, наконец, стали применяться современные автоматизированные рабочие станции на базе персональных компьютеров.

Использование ЭВМ естественно предполагает наличие соответствующего математического обеспечения. В этом отношении процесс переработки управляющей информации подразделяется на два этапа: обработка геометрических форм с получением числовых значений координат характерных (опорных) точек в абсолютных значениях или приращениях и кодирование полученной информации на языке конкретного станка с учетом их кинематических и динамических параметров.

Для первого этапа службой программного управления был освоен целый ряд систем автоматического программирования, начиная с первой системы АПОП, реализованной на Урал-4, и, далее, система САП, САПРО различных модификаций для многокоординатной обработки, ЛИППО – для линейчатых поверхностей, система АПТ также в различных редакциях для машин ЕС, СМ и в последнее время с выходом на АПТ ПК.

Для выполнения второй части данной задачи был разработан и освоен ряд программ под общим названием «постпроцессор», а также, учитывая значительное количество разработанных устройств ЧПУ – ряд так называемых «перекодировщиков» с одного языка на другой без выхода в процессорную часть расчетов.

Все это практически не затрагивает первую – «технологическую» часть блок-схемы вплоть до этапа разработки РТК включительно, в то время, как именно эта часть работы по созданию УП является наиболее трудоемкой и, как говорилось выше, ответственной и сложной.

Особенности технологического проектирования для оборудования с ЧПУ можно условно разделить на два взаимосвязанных раздела:

- получение и технологическая проработка исходной, необходимой для проектирования информации, куда входят как чертеж детали с ТУ, так и данные о наличном оборудовании, его характеристиках, возможностях, а также об организационной ситуации в конкретном производственном подразделении;
- собственно разработка технологического процесса – маршрутного и операционного, где закладываются все конкретные параметры, приемы и режимы, обеспечивающие требуемые точностные и технико-экономические результаты обработки.

И тот, и другой разделы по мере развития и совершенствования комплекса ЧПУ в производстве претерпевают соответствующие изменения в используемой технике и методике ее применения. Так, на начальных этапах внедрения ЧПУ передача исходной информации между службами и подразделениями происходила в соответствии с установившимися правилами плазово-шаблонного метода: теоретический чертеж → узловое и детальное проектиро-

вание → плазовая увязка → разработка и изготовление физических носителей информации – макетов и шаблонов → последовательное изготовление деталей с использованием этой оснастки.

При внедрении ЧПУ эта методика автоматически перешла на технологию программной обработки в части размерной геометрической увязки. Роль плазов как источник геометрии и шаблонов для контроля качества получаемых деталей отошла на второй план. Для разработки УП необходима и достаточна информация в числовой форме, которая имеется в первоисточнике – теоретическом чертеже агрегатов изделия.

Сегодня возможности и достоинства числового метода задания и переработки информации в сочетании с современными техническими средствами и математическими методами создают предпосылки и позволяют реализовать иную, более прогрессивную методику, основанную на происхождении единой информации от конструирования, где создается математическая модель будущего изделия до обработки на оборудовании с ЧПУ по этой же информации, преобразованной в управляющие программы, как деталей изделия, так и элементов необходимой оснастки – технологической, контрольной, сборочной и пр.

Все это обеспечивает повышение качества, производительности и, что наиболее важно, резкое сокращение производственных циклов, особенно при запуске новых изделий, как это имело место при освоении самолета Ил-114.

Несколько иная картина с автоматизацией имеет место во втором разделе – собственно в разработке ТП, где основная сложность заключается не в возможности формализованного описания и конкретной алгоритмизации процесса проектирования, а в его сложности, неоднозначности, многофакторности, требующих неформального творческого подхода со стороны специалиста-исполнителя.

В технической литературе опубликованы работы, рассматривающие эту проблему в целом на уровне анализа и постановки задачи. Однако на практике в настоящее время применяются лишь элементы САПР, решающие некоторые частные задачи технологического проектирования с приемлемым уровнем адекватности и основанные в каждом конкретном случае на накопленном производственном опыте.

Для специалистов отдела программного управления необходимость автоматизации хотя бы некоторых этапов технологического проектирования предопределилась, во-первых, значительными габаритами и сложностью деталей широкофюзеляжных самолетов, как например, детали силового каркаса, крыльевые и фюзеляжные панели, и во-вторых, большим количеством и конструктивным разнообразием номенклатуры.

В этих условиях даже чисто техническое вычерчивание деталей и траекторий требует значительных затрат времени. Помимо этого, ручной способ разработки РТК целиком зависит от субъективных качеств исполнителя и создает реальные предпосылки к появлению как технологических, так и чисто механических ошибок, каждая из которых напрямую проникает в УП. Ошибка может быть выявлена в лучшем случае лишь на последующих этапах переработки и преобразования информации – при контрольной прорисовке на графопострой-

теле, при опытной внедрении и т.д. Разрабатываемая технологическая операция, преобразованная в УП, в данном случае адресована не оператору станка с ЧПУ, поскольку, как упоминалось выше, в процессе управления он не участвует, а непосредственно устройству числового программного управления (УЧПУ), которое по своим техническим характеристикам для выявления технологических ошибок не предназначено.

Естественно, что к качеству выполнения проекта операционного технологического процесса и его оформления предъявляются весьма высокие требования, удовлетворить которые в полной мере можно лишь при использовании методов и средств автоматизации на базе современной электронно-вычислительной техники. Одним из путей решения этой проблемы послужило создание библиотеки так называемых «технологических процедур», которое сложилось из следующих последовательных действий:

- создание ОКБ с согласованием с технологами-программистами набора достаточного, но ограниченного по количеству стандартных, типовых конструктивных элементов, рекомендуемых к использованию при конструировании деталей определенной группы, например, панелей, изготавливаемых из пресованных профилей по одной директивной технологии;
- разработка ведущими специалистами отдела программного управления конкретных частных технологических процедур обработки каждого такого элемента (колодца, кармана и т.п.) с построением всех необходимых перемещений инструмента и заданием соответствующих режимов;
- контроль правильности каждого разработанного типового техпроцесса имеющимися объективными методами и средствами вплоть до обработки на станке;
- описание этих техпроцессов в общем виде – собственно создание самих процедур с кодированием и внесением в память машины под соответствующими именами и одновременно – составление каталога процедур для пользователя.

После внедрения этой методики задача технологического проектирования любой детали охваченной группы сводится к подбору необходимых типовых процедур к каждой конкретной детали, расположению их в порядке следования, внесению числовых значений требуемых геометрических параметров и введению в память ЭВМ, которая в автоматическом режиме выполняет всю остальную работу.

Исключается рутинная трудоемкая работа по вычерчиванию деталей и огромного количества траекторий, исключается влияние на качество технологического процесса квалификации разработчика, гарантируется качество обработки практически без этапа опытного внедрения, поскольку эти элементы процесса уже прошли индивидуальное внедрение, контроль и обработку.

Наряду с рассмотренной методикой, сегодняшний уровень технического оснащения и математического обеспечения позволяет технологам-программистам достигать высокого уровня производительности и качества

технологического проектирования не только с применением типовых процедур, но и установившейся ранее методике, однако на более высоком уровне оснащения – с применением ПК и соответствующих систем математического обеспечения. Кроме того, в числе средств механизации и автоматизации инженерного труда есть графопостроители типа «ROLAND», позволяющие оперативно и качественно выполнять сложные графические работы. В настоящее время взят курс на всемерное освоение CAD/CAM/CAE систем таких как «CATIA» и «UNIGRAPHICS». В части системы «UNIGRAPHICS» приобретены необходимые программные модули, которые в настоящее время внедряются в соответствующие производственные подразделения.

Специалистами объединения накоплен достаточно большой технологический опыт программирования обработки деталей на станках с ЧПУ. Опыт включает в себя не только общую методику технологического проектирования, но и целый ряд специфических технологических приемов, которые проверены на разнообразной номенклатуре деталей широкофюзеляжных самолетов и различных элементах сложной обводообразующей оснастки (специальных рубильниках, выключных приспособлениях, обтяжных пуансонах, макетах, шаблонах и т.п.).

Наряду с арсеналом технологических приемов и методов, объединение располагает комплексом технических средств, ориентированных на объективный контроль создаваемых УП как по содержащейся информации, так и по физическому состоянию программносителей.

Одним из примеров такого оборудования может служить комплект графопостроителей типа «Конгсберг» или «УКП», состыкованных с управляющей аппаратурой и позволяющий на последних этапах подготовки УП иметь информацию о качестве проделанной работы.

Последний, обобщающей стадией в цикле подготовки УП является этап опытной обработки каждой детали на станке в цеховых условиях. На этом этапе осуществляется комплексная оценка разработанного техпроцесса с участием конкретного оборудования, инструмента и оснащения, которые наряду с управляющими программами определяют конечный результат по качественным и экономическим показателям.

6.4. Инструменты и оснастка, применяемые в процессах механообработки

6.4.1. Применяемая оснастка

Отдел механической обработки проводит централизованную технологическую проработку конструкторской документации нового или серийного изделия ведущими инженерами техбюро отдела совместно с ведущими технологами техбюро цехов изготовителей деталей.

При проработке калек конструкторской документации на технологичность технологом цехов-изготовителей деталей, узлов разрабатываются ведомости

поставки деталей и изготовления плазово-шаблонной оснастки (ПШО) и номенклатурный график оснастки (НГО).

ПШО – является комплексным документом, определяющим условия поставки детали, узла от цеха поставщика цеху-потребителю с указанием наименования плазово-шаблонной оснастки, необходимой для изготовления деталей.

НГО – является комплексным документом, включающим номенклатуру и количество оснастки и инструмента, техническое задание на проектирование, сроки проектирования и изготовления оснастки и инструмента.

В техническом задании, разработанном технологом-заказчиком оснастки должны быть кратко, конкретно и исчерпывающе ясно определены:

- назначение оснастки и тип ее;
- форма и размер заготовки;
- положение детали узла в оснастке;
- технологические базы и элементы деталей, узлов, фиксируемые в оснастке;
- способ закрепления детали, узла;
- усилия резания при обработке;
- технологическая последовательность изготовления деталей, узлов;
- необходимость отстыковки от макетной оснастки;
- модель применяемого оборудования;
- технологические припуски и допуски;
- необходимость и вид механизации оснастки, и другие данные, уточняющие работу конструктора. При разработке чертежей оснастки конструктор обязан руководствоваться:
- техническим заданием на проектирование;
- конструктивными и теоретическими чертежами деталей, узлов и техническими условиями к ним;
- схемами увязки и чертежами эталонной (макетной) оснастки;
- действующими на предприятии альбомами ГОСТов, ОСТов, нормалей, стандартов предприятия, каталогов;
- перечнями имеющихся в наличии материалов для изготовления оснастки (профиля прессованные, черный и цветной прокат и т.д.);
- перечнями имеющихся в наличии готовых изделий (подшипники, колеса и т.д.);
- наличие РТК (расчетно-технологические карты) при проектировании оснастки на станки с ЧПУ В процессе проектирования конструктор обязан предусмотреть:
- максимальную технологичность, простоту конструкции оснастки и эстетический ее вид;
- максимальную быстроту, удобство и безопасность работы в оснастке;
- обеспечение необходимой точности фиксирующих элементов оснастки;
- необходимую жесткость оснастки;
- наличие баз для установки эталонной (макетной) оснастки;

- максимальное применение нормализованных узлов и деталей в конструкции оснастки;
- применение наиболее целесообразных материалов в конструкции оснастки;
- средства увязки оснастки;
- при массе оснастки более 20кг. установку рым, болтов или иных узлов для зачаливания;
- схему контроля основных параметров оснастки;
- схему пневморазводки (для пневмооснастки) при необходимости;
- антикоррозийное покрытие оснастки.

Чертеж оснастки должен быть выполнен в соответствии с требованием ЕСКД.

Чертеж оснастки должен полностью отражать компоновку и увязку всех узлов приспособления и давать полное представление о его конструкции, габаритах и увязке.

На первом листе общего вида при необходимости дается указание о методе и последовательности монтажа оснастки, увязке оснастки с другой оснасткой, методику проверки оснастки и перечисляется применяемая для изготовления эталонная оснастка.

На сложную оснастку, а также на оснастку, которая отстыковывается от эталонной (макетной) оснастки, конструктором приспособления выписывается паспорт. Паспорт является техническим документом и служит для следующих целей:

- для определения пригодности приспособления к эксплуатации;
- для отражения проводимых проверок, ремонтов и доработок. Конструирование приспособлений сводится к последовательному вычерчиванию элементов приспособлений вокруг контура обрабатываемой детали. Общие виды приспособлений рекомендуется вычерчивать в масштабе 1:1 в рабочем положении.

На чертеже общего вида указываются:

1. Габаритные размеры приспособления;
2. Контрольные и координирующие размеры с допусками (отклонениями) характеризующими точность взаимного расположения таких элементов приспособления, которые определяют точность координации поверхностей обрабатываемых в приспособлении деталей (так например, у кондукторов контрольными размерами являются расстояния между осями кондукторных втулок и расстояния от этих осей до поверхностей установочных элементов приспособления (баз)). У резервных приспособлений расстояния от поверхностей установочных габаритов до поверхностей соответствующих установочных элементов (баз) и т.п.

3 Допуски на взаимную непараллельность, неперпендикулярность, неплоскостность установочных поверхностей и осей центрирующих элементов приспособления.

4. Посадки на основные сопряжения в деталях приспособления.

5. Диаметры отверстий под рабочую часть режущего -инструмента в сменных кондукторных втулках.

Спроектированная оснастка изготавливается строго в соответствии с чертежами и технологией, составленной технологическим бюро цеха-изготовителя оснастки.

Конструктор оснастки осуществляет авторский контроль изготовления и внедренной в производство оснастки. Целью авторского контроля является контроль соответствия производственного исполнения технологической оснастки требованиям чертежей с целью выявления конструктивных и производственных недостатков исполнения. По результатам авторского контроля составляется акт.

Очень важным при изготовлении деталей или сборочных единиц в спроектированной и изготовленной технологической оснастке, должно быть условие взаимозаменяемости. Организация работ по обеспечению взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц достигается решением следующих задач:

- организацией конструкторской и технологической обработки конструкторской документации, в направлении обеспечения ВЗ (взаимозаменяемости) определении номенклатуры технологической оснастки;
- разработкой и реализацией схем увязки технологической оснастки;
- учетом требований ВЗ при проектировании технологической оснастки;
- изготовление технологической оснастки, обеспечивающей ВЗ деталей и сборочных единиц.

Непрерывный технический прогресс требует частой смены изделий, что существенно увеличивает затраты на станочные приспособления и в результате на себестоимость продукции. Проектирование и изготовление комплекта специальной технологической оснастки составляют 80% трудоемкости подготовки производства новых изделий и до 90% длительности этого процесса.

Затраты на технологическую оснастку достигают 8-15% себестоимости изделия. Существующие в настоящее время специальные станочные приспособления могут быть использованы лишь в период выпуска определенной модели изделия. При переходе на новую модель обычно используют небольшую часть оснастки, остальная списывается. В связи с этим важно предусмотреть обратимость, то есть возможность использовать приспособления многократно за счет их переналадки различными методами. К таким видам оснастки относятся УСП (универсально-сборные приспособления), УПТО (универсально-переналаживаемую технологическую оснастку), СРП (сборно-разборные приспособления) и другие.

а) Сущность системы УСП заключается в том, что предприятие, располагая комплектом стандартных деталей и узлом, путем их различного сочетания собирает из них приспособление. Приспособления, собранные из элементов УСП, обладают всеми качествами специальных приспособлений, имея важное преимущество, после обработки деталей они разбираются на составные части и используются для сборки других приспособлений необходимых к производству.

Таким образом, элементы УСП постоянно находятся в обращении сборка приспособления – эксплуатация на станках – разборка хранение элементов сборки приспособления новой конструкции и т.д. Этот процесс повторяется непрерывно в течение всего срока службы комплекта УСП (12-15 лет).

Материальной основой системы УСП является комплект стандартизированных деталей и узлов изготовленных из высококачественных материалов по высокому классу точности. Для обеспечения потребностей различных отраслей машиностроения разработаны, стандартизированы, изготавливаются и централизованно поставляются 3 типа-размера комплектов УСП, которые отличаются диаметром крепежа, шириной пазов (выпускаются комплекты УСП с шириной паза 8.12 и 16 мм.) и габаритными размерами основных элементов. Расходы, связанные с эксплуатацией УСП составляют около 5-10% трудоемкости изготовления заменяемой ими специальной оснастки. Стоимость комплекта, первоначальные затраты на его приобретение окупаются в течение одного года эксплуатации. Время сборки приспособления средней сложности 2-3 часа. Перед разборкой компоновки приспособления его фотографируют и кодируют. Полученная документация хранится в картотеке и используется при сборке повторных компоновок.

На головном заводе сборкой УСП занимается мастерская одного из цехов подготовки производства. Исходя из наличия в ней нормализованных элементов, можно иметь в производстве, до 100 одновременно работающих приспособлений ежемесячно собирать по 200 и более оригинальных компоновок.

б) Приспособления УПТО изготавливаются путем сборки из ранее изготовленных нормализованных износоустойчивых деталей и узлов и незначительного числа специальных деталей.

Сборку приспособлений УПТО производят по чертежу наладки. После изготовления планового задания приспособления УПТО разбираются, и нормализованные элементы используются для сборки другой номенклатуры деталей различной конструкции, а спец. детали хранятся до следующего изготовления деталей изделия. Такое цикличное движение одних и тех же постоянно составных частей многообразной переменной по конструкции, оснастки позволяют решать в короткие сроки и с малыми затратами материальных средств самую важную и значительную по трудоемкости долю технологической подготовки производства. Оснастка УПТО собирается на базовых плитах с координатной сеткой Т-образных пазов и ступенчатых цилиндрических и резьбовых отверстий. В отверстиях плиты устанавливают и закрепляют опорные, направляющие и упорные элементы. Остальные отверстия используют для установки и закрепления зажимных элементов. Неиспользуемые отверстия закрывают алюминиевыми пробками для предохранения их от стружки и грязи. На разные станки выпускаются плиты различных габаритов.

Применение в одном из механических цехов завода системы УПТО позволило на 60% сократить применение специальных фрезерных приспособлений

в) Система (СПИ) сборно-разборных приспособлений заключается в том, что их komponуют на основе одного базового узла путем замены наладок (вставок). Специальные детали составляют в системе СПР до 20% от общего коли-

чества. Они проектируются в соответствии с формой и габаритными размерами обрабатываемых деталей.

г) Парк фрезерных станков с ЧПУ в последнее время пополнился станками ФП-92У, МА 65502, ВФ-32, ВФ-33, ВЗ-М8, у которого шпиндельная бабка имеет револьверную, головку на 8 наименований инструментов. Применение этих станков увеличивает производительность труда.

Фрезерные станки (особенно много шпиндельные) оснащаются оснасткой с механизированными приводами: пневматическими, гидравлическими и пружинно-гидравлическими. Преимущество пружинно-гидравлических цилиндров в том, что при падении давления в сети деталь остается зажатой, так как зажим осуществляется усилием тарельчатых пружин, а гидравлику применяют для разжатия, освобождения деталей.

В качестве примера приведем технологию, оборудование и оснащение различных групп деталей самолетов.

Детали системы управления самолета являются одними из самых ответственных в конструкции планера. Это объясняется тем, что от качества изготовления этих деталей зависит важнейший параметр самолета – надежность работы его системы управления, а в конечном итоге безопасность самолета при эксплуатации.

Учитывая эти особенности, при разработке технологических процессов механической обработки деталей управления самолетом, особое внимание уделяется обеспечению высокого качества обработки деталей, имеющих высокие чертежные точностные требования (размеры 2-го класса точности, соосность и параллельность – 0.01 мм, перпендикулярность и пересекаемость – 0.02 мм и т.д.).

В механосборочном цехе при разработке технологических процессов механической обработки корпусных деталей идущих: в редукторы управления закрылками, в механизм управления передней опоры, гермовыводы проводов РВ, РН и элерона, в лафет и каркас центрального пульта летчиков, изготавливаемых из литейного магниевых сплава МЛ5, использовалась одна из самых прогрессивных технологий. Была спроектирована специальная оснастка, внедрен в серийное производство технологический процесс обработки корпусных деталей на высокоточных производительных станках с ЧПУ с автоматической сменой режущих инструментов типа «обрабатывающий центр» моделей «Горизон-4», «Горизон-24» и «Горизон-800» (Италия), ИР-320, ИР-800, ИС-500, ИС-800 (г. Иваново, РФ), МС12-250 (г. Владимир, РФ).

Эта технология позволила производить операции фрезерования, сверления, разворачивания и нарезания резьбы на всех поверхностях детали практически с одной установки и тем самым снизить до минимума «погрешности установки деталей», которые неизбежно появлялись при традиционных методах обработки с использованием гаммы механических станков и (фрезерных, сверлильных, расточных) и соответствующей им вспомогательной оснастки.

Специальные приспособления проектируются по РТК (расчетно-технологической карте), разработанной отделом программного управления.

Они устанавливаются на стол станка или установленную на столе станка, вспомогательную оснастку (куб, подставка и т.д.)

Данная технология, наряду с повышением качества обработки деталей, позволила снизить затраты на изготовление массы специальной оснастки, повысить производительность обработки и тем самым снизить трудоемкость изготовления деталей в 1,6 раза, а также повысить культуру производства выведя рабочего непосредственно из зоны резания.

Винтовые механизмы подъемника закрылка и шестеренчатые редуктора состоят из сложных точных, длинномерных полых винтов, специальных гаек со специальной высокоточной радиусной резьбой, отшлифованной до шероховатости 40, азотированной до твердости по Викерсу не менее 700 единиц, что обеспечивает большую износостойкость и длительный ресурс работы шариковинтовой пары винт-гайка.

Обработка винтов и гаек винтовых механизмов производится на точных токарных станках: в целях облегчения их в винтах и гайках сверлятся сквозные отверстия диаметром 28.40 мм и более на специальных высокопроизводительных станках глубокого сверления РТ-60104. Для этой же цели была проведена модернизация станка 1М63 для глубокого сверления отверстий до 30 мм на валах длиной $L=200-1000$ мм.

Радиусная резьба винтов и гаек шлифуется с шероховатостью 40 на специальных резьбошлифовальных станках советского производства МВ-158 и английской фирмы «Матрикс» шлифовальными кругами из искусственного алмаза «Эльбор».

Обработка шестерен конических и цилиндрических видов наружного и внутреннего зацепления производится на советских зубострогальных станках (модели 5А250ГА и 526), американской фирмы «Глиссон» (модели 710А и 710В и «Глиссон-14»), советских зубофрезерных станках (модель 5К-301), немецких фирм «Пафутер» (модели Р-403, Лоренц-SN-1), японской фирмы «Хоман» (модель П-120). Эти станки обеспечивают производство шестерен высокого качества.

Сборка всех винтов подъемников закрылка, шестеренчатых редукторов, и других механизмов управления самолетом производится в специальных сборочных отделениях цеха и проходят, обкатку, испытание под нагрузкой, испытание на температурные режимы на специальных стендах, имитирующих их работу на самолете.

Шлифование рельсов закрылков производится на карусельном станке КУ-355 в специальном приспособлении. Контроль радиусов проводится в специальном приспособлении маятникового типа, с точностью $\pm 0,1$ мм.

Технология обработки панелей крыла предусматривает:

1. Фрезеровку поверхностей по теоретическому контуру на вакуумных столах продольно-фрезерного станка ППП-5с-33.

2. Фрезеровку обратной стороны: зон между стрингерами, люков, усиленных, полотна и г.д. на станке ППП-5с-33.

3. Слесарную обработку.

4. Гибку на гидропрессах с контролем на контрольном стенде по теоретическому контуру.
5. Комплектацию панелей.
6. Окончательную слесарную обработку.
7. Поверхностное упрочнение на специальной дробеметной установке типа УДП-2-3.5.
8. Химическую обработку.
9. Анодирование и покрытие.

6.4.2. Конструирование режущих инструментов

Общие понятия. Всякий режущий инструмент должен обеспечивать получения необходимых размеров, формы детали, требуемое качество обработанной поверхности, а также стойкость, прочность, жесткость и т.д. Какой бы мы не взяли режущий инструмент, будь то развертка, фреза, протяжка, резец или сверло, каждый из них должен срезать заготовки слой материала определенной толщины. Величина срезаемого слоя может быть различной. Обдирочный резец на крупном токарном станке срезает слой металла более 25 мм, алмазный резец 0.05-0.2 мм, развертка при развертывании небольшого отверстия 0.1-0.15 мм. Точность размера и шероховатость поверхности обрабатываемых деталей также очень различны: сверлом просверливают отверстие диаметром 50 мм с допуском около 1.5 мм; протяжкой обрабатывают отверстие с допуском до 0.01 мм.; после обработки, например алмазным резом, получается высококачественная поверхность с шероховатостью, не превышающей $Ra = 0.32-0.16$ мкм. Из этих примеров видно, что условия работы режущих инструментов и требования, предъявляемые к результатам их работы, весьма разнообразны.

Термины и определения инструментов приведены в ГОСТ 25725-83, абразивных и алмазных инструментов в ГОСТ 21445-81 и ГОСТ 14706-78.

Классификация. Принято подразделять режущие, в первую очередь станочные, инструменты по кинематике их работы и конструкции на следующие основные виды:

Шабер – слесарный ручной инструмент для пригоночных работ. Напильник – многолезвийный металлорежущий инструмент самой разнообразной формы и сечения для снятия небольших слоев металла.

Резец – наиболее распространенный лезвийный режущий инструмент, предназначенный для работы на токарном, revolverном строгальном, долбежном и других станках. Резцы могут быть как простые, так и фасонные, у последних – режущая кромка имеет сложную форму. К фасонным резцам можно отнести резьбовые зуборезные гребенки.

Сверло – режущий инструмент для получения отверстий в сплошном материале при двух совместных движениях – вращательном вокруг оси и поступательном вдоль оси инструмента, а также служит для рассверливания отверстий на большие диаметры.

Зенкер – инструмент, предназначенный в основном для увеличения диаметра отверстий.

В отличие от сверл зенкеры не могут обеспечить получения отверстия в сплошном материале. Однако зенкер может исправить направление оси отверстия.

Развертка – многолезвийный инструмент, который, как и зенкер, служит для обработки имеющихся отверстий. В отличие от зенкеров развертки снимают очень незначительный слой материала и обеспечивают только окончательную чистовую обработку отверстий с небольшим припуском, но с очень большой точностью, однако развертка не может исправить направление оси отверстия, она только исправляет форму отверстия и зачищает его.

Фрезы – большая группа многолезвийных режущих инструментов, выполненных в виде тел вращения, отличительной особенностью которых является наличие зубьев, расположенных на образующей или торцевой поверхности тела вращения. Направление движения подачи во всех случаях перпендикулярно оси фрезы (направлено по касательной образующей поверхности), траектория подачи может быть прямолинейной или криволинейной (например, по кругу). Фреза может работать одновременно зубьями, расположенными на образующей поверхности и на торце, только торцевыми зубьями или только зубьями на образующей поверхности.

Шевер – инструмент, предназначенный для снятия небольших слоев металла с поверхности зуба зубчатых колес. Выполняют его в виде зубчатых колес, реек червяков и т.д. Шевер имеет небольшие канавки на профиле образующие режущие кромки.

Червячные зуборезные фрезы – инструменты, работающие методом обкатки, применяют их для различных зубчатых деталей – червячных и цилиндрических колес с эвольвентным зацеплением, шлицевых валов, звездочек для цепей, храповиков и тому подобное.

Протяжки – многолезвийный режущий инструмент, выполненный, например, в виде стержня с зубьями, расположенными рядами. При продольном движении протяжки зубья последовательно один за другим снимают стружку, так как каждый последующий зуб выше или ниже предыдущего на некоторую небольшую величину. Прошивки в отличие от протяжек проталкивают, и их тело работает на сжатие. Подача – S_z у протяжек обеспечивается не механизмом станка, а заложено в самой конструкции протяжки. Разница в высоте двух смежных зубьев и, есть подача на зуб (подъем на зуб).

Зуборезные головки – для конических колес с круговыми зубьями напоминают торцевые фрезы с фасонными зубьями, но в отличие от них подача $S_{об}$ направлена вдоль оси.

Метчики – режущие инструменты, предназначенные для нарезания внутренней резьбы. Они представляют собой винт, снабженный несколькими продольными или винтовыми канавками, образующими режущие кромки. К метчикам можно отнести также различные патроны для внутренних резьб, в

которых обеспечивается отвод гребенок после, нарезания резьбы. Подача S_z , как у протяжек, зависит от конструкции рабочей части.

Плани – режущий инструмент для нарезания наружной резьбы, выполненные в виде закаленной цельной или разрезанной гайки с прорезями, образующими режущие кромки. Различают планки для нарезания (нарезные) и для накатывания (накатные) резьбы. К группе плашек можно отнести резьбонарезные и резьбонакатные самооткрывающиеся головки для наружных резьб. Как у метчиков подача S_z определяется конструкцией планки или соответствующей гребенки у головки.

Долбяки – инструменты, предназначенные для нарезания реек, цилиндрических зубчатых колес и других сложных профилей на зубодолбежных станках. Долбяки имеют форму зубчатых колес, снабженных зубьями, имеющими передние и задние углы.

Абразивные инструменты – это большой класс режущих инструментов, у которых твердые и режущие зерна карбида кремния, корунда и т.д. скреплены различными твердыми или гибкими связками и работают как отдельные маленькие резцы, в большом количестве участвующие в резании.

6.4.3. Создание специального инструмента для обработки высокопрочных и жаропрочных материалов

В современных конструкциях летательных аппаратов все шире стали применяться высокопрочные и жаропрочные стали и сплавы с высоким временным сопротивлением $\sigma_{вр}=200 \text{ кгс/мм}^2$, обрабатываемость которых резанием ухудшается с повышением их механических и жаропрочных свойств. Это особенно сказывается при сверлении, зенкеровании и развертывании отверстий.

В связи с разновидностью применяемых материалов конструкторским бюро инструмента (КБИ) совместно с лабораторией резания отдела была проведена большая работа по унификации чертежей, отработке марок материалов режущей части инструмента, режимов резания при обработке деталей методом точения резцами, сверлением отверстий – сверлами, фрезерованием поверхностей деталей – фрезами и при развертывании отверстий в однородных и смешанных макетах – комплектами разверток.

В результате проведенных работ были установлены необходимые марки материалов режущей части инструментов, их механические свойства и геометрические параметры режущей части, которые были изложены в руководящих технических материалах (РТМ) по заточке режущего инструмента с учетом марок обрабатываемых материалов. К числу изготовленных и отработанных видов специального инструмента можно отнести:

1. Сверла для глубокого сверления отверстий:

Ø40 – ВК8: однокромочное сверло к станку РТ60104 при обработке деталей из материала ЗОХГСА.

Ø19 – ВК8: однокромочное сверло к станку 1К62.

Ø20 – ВК8: однокромочное сверло для обработки деталей из материала ВТ-22.

Ø25 – Т15К6: однокромочное сверло для рассверливания отверстия на станке 1К62 при обработке материала 50ХФА.

Ø27.5; 30.5; 32.0 – ВК8: однокромочные сверла для рассверливания отверстий на станке 1К62 при обработке материала ВТ-22.

Ø38 – ВК8: однокромочное сверло для рассверливания отверстия на станке 1К62 при обработке материала ВТ-22.

Ø8.0, 10.0, 10.3; 11.0; 14.3 – Т15К6: однокромочные сверла и монолитными наконечниками и трубчатыми стеблями для глубокого сверления на станке 1К62 при обработке материала 30ХГСА.

Ø25.0 x 30.0 – ВК8: однокромочное 2-х ступенчатое сверло для рассверливания отверстий на станке 1К62 при обработке материала Д16т.

Ø36.0 x 41.0 – Т15К6: однокромочное 2-х ступенчатое сверло для рассверливания отверстия на станке 1К62 (при обработке материала 30ХГСА).

Ø14.0 x 18 x 25.2 – ВК8: однокромочное 3-х ступенчатое сверло для глубокого сверления на станке 1К62 при обработке материала Д16т.

2. Зенкеры торцевые с передним и задним направлениями Ø36.7 и Ø42.7-ВТ22. Применяются для обработки материала – Вт22.

Комплекты зенкеров при разделке отверстий с Ø20 – Ø26.5 в алюминиевых пакетах, состоящих из 30ХГСА+ВТ22. Разделка отверстий производится через кондуктор с помощью трешетки. Рабочая часть зенкера-ВК8.

3. Машинные развертки с передним и задним направлениями для разделки отверстий Ø20 при h=9 в материале ВТ22. Рабочая часть разверток – ВК8.

Проделана большая работа по изготовлению протяжек разной конфигурации. Уточнена геометрия режущих, калибрующих зубьев. Проведена, унификация чертежей, уточнены марки материала режущих зубьев протяжки для обработки труднообрабатываемых высоколегированных коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сталей и титановых сплавов.

6.5. Механическая обработка материалов из высокопрочных сталей

Непрерывное повышение требований к надежности и долговечности летательных аппаратов и их агрегатов вызывает необходимость широкого применения высокопрочных сталей. Высокопрочные стали в термо-обработанном состоянии имеют прочность ($\sigma_b > 140 \text{ кгс/мм}^2$ к числу таких сталей относятся: 30ХГСН2А (30ХГСНА), 20ХГСН2А, 95Х18, 13Х15Н4АМЗ (ЭП-310, ВПС-5), Х15Н5Д2Т (ВНС-2) и другие.

В незакаленном состоянии при механической обработке высокопрочные стали могут обрабатываться на режимах и инструментом, как и обычные легированные стали 30ХГСА, 40ХНМА и др. Высокопрочные стали в термообработанном состоянии требуют применения инструмента с более стойкими твердосплавными пластинами.

Точение. При чистовом и получистовом точении высокопрочных сталей, термически обработанных до HRC=45-58, следует применять резцы с пластинками ВКЗМ или ВК6М. Резцы с пластинками твердых сплавов других марок имеют значительно меньшую стойкость. При чистовом непрерывном точении сталей с HRC>50 с подачами до 0.1 мм/об и глубиной резания до 1 мм весьма хорошие результаты дает применение резцов с минерально-керамическими пластинками ЦМ 332.

Преимущество в стойкости резцов с минерально-керамическими пластинками по сравнению с твердосплавными возрастает с увеличением твердости (прочности) обрабатываемого материала. Так, при точении стали ЭП 257 с HRC=50 стойкость резцов с пластинками ЦМ 332 всего в 1.5 раза выше стойкости резцов с пластинками ВКЗМ, а при точении, этой же стали с HRC=56-58, более чем в 10 раз выше стойкости резцов с пластинками ВКЗМ.

В зависимости от прочности обрабатываемого материала рекомендуется следующая геометрия резцов (передний угол $-\gamma''$, задний $-\alpha''$):

Характеристика материала	γ''	α''
$\sigma_B = 140-160 \text{ кгс/мм}^2$, HRC = 44-48	-5°	$8^\circ-10^\circ$
$\sigma_B = 180-230 \text{ кгс/мм}^2$, HRC = 50-57	$-5^\circ \div -10^\circ$	10°

За критерий затупления резцов при чистовом и получистовом точении, следует принимать износ по задней поверхности равной 0.5-0.6 мм.

Шероховатость поверхности при точении высокопрочных сталей получается в пределах 6-7 классов

Режимы резания при точении высокопрочных сталей в зависимости от прочности обрабатываемых материалов.

Характеристика обрабатываемого материала	Марка твердого сплава	Режимы резания		
		Глубина резания, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V, м/мин
$\sigma_B=140-160 \text{ кгс/мм}^2$, HRC=44-48	T15K6 или ВК6М	до 3	0.1-0.3	50-70
$\sigma_B=180-200 \text{ кгс/мм}^2$, HRC=50-53	ВКЗМ ВК6М	до 2	0.1-0.3	25-40
	ЦМ332	до 1	0.05-0.1	60-75
$\sigma_B=210-230 \text{ кгс/мм}^2$, HRC=50-57	ВКЗМ	до 2	0.1-0.2	20-30
	ЦМ332	до 1	0.05-0.1	50-60

Скорости резания указаны для работы без охлаждения; стойкость резцов 60 минут.

Фрезерование торцевыми фрезами. При фрезеровании высокопрочных сталей торцевыми фрезами в условиях весьма жесткой системы «станок-деталь-инструмент», следует применять фрезы, оснащенные твердым сплавом ВКЗМ, ВК6М и ТЗОК4, при средней жесткости системы «станок-деталь-инструмент» сплав ТЗОК4 применять не следует вследствие его меньшей стойкости. Ниже приведены данные о режимах фрезерования торцевыми фрезами.

Характеристика материала	Инструмент		Режимы фрезерования			
	$M_{\text{ин}}$	γ	ϕ/D	S	T_p	V
$\sigma_b=40-160 \text{ кгс/мм}^2$, HRC=44-48	ВК6М, Т15К6	-5°	0,4-0,6	0,06-0,08	2-3	50-70
$\sigma_b=180-200 \text{ кгс/мм}^2$, HRC=50-53	ВК3М, ВК6М, Т13ОК4	-10°	0,3-0,5	0,04-0,06	1-2	40-50
$\sigma_b=210-230 \text{ кгс/мм}^2$, HRC=54-57	ВК3М, ВК6М, Т3ОК4	-10°	0,3-0,5	0,04-0,06	1-2	30-40

1) стойкость фрезы 45 минут; 2) охлаждение применять не следует; 3) шероховатость обработанной поверхности 6-7 класс. $M_{\text{ин}}$ - марка твердого сплава; γ - передний угол; ϕ/D - отношение диаметра фрезы к длине фрезы; S - подача (мм зуб); T_p - глубина резания (мм); V - скорость резания (м/мин).

При фрезеровании сталей прочностью до 160 кгс/мм^2 можно использовать фрезы с пластинками Т15К6.

Для фрезерования высокопрочных сталей рекомендуется следующая геометрия фрез: передний угол $\gamma = -5^\circ$ - -10° ; задний угол $\alpha = 15^\circ$; главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$ - 60° ; вспомогательный $\varphi_1 = 5^\circ$ - 15° .

За критерий затупления следует принимать износ по задней грани фрезы 0,6-0,8 мм.

Фрезерование концевыми фрезами. При фрезеровании в высокопрочных сталях глубоких пазов, уступов, а также плоскостей, когда цилиндрическая часть фрезы поверхность с шириной более 15 мм применяются концевые фрезы с пластинками твердого сплава марки ВК6М. Хорошие результаты дает также применение опытного твердого сплава ТТ10К8А.

В случае большой ширины фрезерования целесообразно применять, фрезы с винтовыми пластинками ВК6М или ВК8.

В зависимости от прочности обрабатываемого материала концевые фрезы должны иметь передний угол $\gamma = 0^\circ$ - 5° при $\sigma_b < 160 \text{ кгс/мм}^2$ и $\gamma = 5^\circ$ - 0° - при $\sigma_b > 160 \text{ кгс/мм}^2$, а задний угол в осевом сечении $\alpha_{\text{ос}} = 15^\circ$, угол наклона зуба для фрез с прямыми пластинками до 15° , для фрез с винтовыми пластинками 20-30°.

За критерий затупления следует принимать износ по задней грани 0,3-0,4 мм. Шероховатость обработанной поверхности достигается в пределах 5-6 классов.

Сверление. Для сверления отверстий в высокопрочных сталях диаметром до 6мм следует применять монокристаллические фрезы из твердого сплава ВКЮМ или ВК15М. Сверло большего диаметра изготавливать с напайными пластинками из твердого сплава ВК8 или ВК6М.

Для увеличения жесткости сверла следует его изготавливать как можно короче в пределах 6-8 диаметров. Угол заточки сверла 130° . Перемычка у центра сверла должна быть подточена до величины 0,08-0,1 мм. За критерий затупления сверла следует принимать износ по задней поверхности режущую кромку наружного диаметра сверла равный 0,4-0,5мм для сверл диаметром более 6 мм и 0,3 для сверл диаметром до 6 мм.

Режимы резания для сверл с пластинками из твердого сплава ВК8 при работе с охлаждением эмульсией.

Диаметр сверла, мм	Подача S, мм/об	Характеристика материала		
		$\sigma_B=120-135$ кгс/мм ² , HRC=38-42	$\sigma_B=140-160$ кгс/мм ² , HRC=44-48	$\sigma_B=180-230$ кгс/мм ² , HRC=50-57
		Скорость резания V, м/мин		
8	0.03-0.06	25-40	22-30	20-25
10	0.05-0.081			
12	0.08-0.1			
16	0.1-0.12			
20	0.12-0.16			

1) Меньшие подачи брать для более прочных сталей; 2) большие скорости резания брать для меньших подач

Режимы резания при работе концевыми фрезами

Характеристика обрабатываемого материала	Инструмент		
	Диам. фрезы, мм	Число зубьев	Марка твердого сплава
$\sigma_B=140-160$ кгс/мм ² , HRC=44 ÷ 48	30	4	ВК6М
	40	6	
	50	6	
$\sigma_B=180-200$ кгс/мм ² , HRC=50 ÷ 53	30	4	ВК6М или ТТ10К8А
	40	6	
	50	6	
$\sigma_B=210-230$ кгс/мм ² , HRC=54 ÷ 57	30	4	ВК6М или ТТ10К8А
	40	6	
	50	6	

Продолжение таблицы

Характеристика обрабатываемого материала	Режимы резания				Примечание
	Ширина фрезерования, мм	Глубина резания, мм	Подача на зуб, мм	Скорость резания, м/мин	
$\sigma_B=140-160$ кгс/мм ² HRC=44-48	до 15	до 3	0.05-0.08	30-35	20-30
				35-50	
				40-55	
$\sigma_B=180-200$ кгс/мм ² HRC=50-53	до 15	до 2	0.04-0.06	20-30	15-20
				25-35	
				30-40	
$\sigma_B=210-230$ кгс/мм ² HRC=54-57	до 15	до 2	0.04-0.06	15-20	12-18
				20-25	
				25-30	

Нарезание резьбы. Нарезание резьбы в сталях прочностью σ_B 160 кгс/мм² (HRC≤48) можно производить резцами с пластинками Т15К6 или ВК6М. При

нарезании резьбы в сталях с $\sigma_{\text{в}} > 180 \text{ кгс/мм}^2$ ($\text{HRC} \geq 48$) следует применять резцы с пластинками ВК6М. По геометрии резцы должны иметь передний угол $\gamma = 0^\circ$, задний угол $\alpha = 6-8^\circ$, при вершине резца выполняется радиус равный $R = (4-0,18)S_p$ (S_p - шаг резьбы).

Критерий затупления резцов по задней поверхности резца у вершины 0.2-0.3 мм для резьбы с шагом до 1 мм и 0.3-0.4 мм с шагом более 1 мм.

Режимы резания при нарезании резьбы резцами

Характеристика материала	Марка переднего сплава	Шаг нарезаемой резьбы, мм	Количество проходов	Скорость резания м/мин
$\sigma_{\text{в}} = 140-160 \text{ кгс/мм}^2$, $\text{HRC} = 44-48$	Т15К6 ВК6М	1	5-7	25-35
		2	8-9	20-30
		3	12-15	18-22
$\sigma_{\text{в}} = 180-200 \text{ кгс/мм}^2$, $\text{HRC} = 50-53$	ВК6М	1	6-8	9-12
		2	10-12	8-10
		3	15-18	7-9
$\sigma_{\text{в}} = 210-230 \text{ кгс/мм}^2$, $\text{HRC} = 54-57$	ВК6М	1	6-8	8-1
		2	10-12	7-9
		3	15-18	6-8

1) Режимы даны при работе без охлаждения; 2) шероховатость обработанной поверхности обеспечивается в пределах 6-7 классов.

Шлифование высокопрочных сталей. Одной из опасностей для высокопрочных сталей является образование прижогов и трещин в процессе шлифования. Особенно опасны прижоги на деталях, подвергающихся дальнейшему хромированию, а также образующихся в процессе шлифования по хрому.

Причины, которые способствуют появлению прижогов, следующие:

- 1) нарушение режимов шлифования;
- 2) состояние оборудования (должно соответствовать паспортным данным);
- 3) плохая балансировка шлифовального круга;
- 4) несоответствие марки шлифовального круга;
- 5) несоответствие и загрязненность смазывающей – охлаждающей жидкости (СОЖ);
- 6) нарушение режимов правки шлифовального круга;
- 7) низкая квалификация исполнителя,

Операцию шлифовки должен выполнять рабочий-шлифовщик, прошедший аттестацию, допущенный к шлифовке высокопрочных сталей, иметь соответствующий разряд и удостоверение.

При производстве операций шлифовки необходимо строго выполнять технологический процесс обрабатываемой детали.

Параметры шлифования должны строго выполняться шлифовщиком и контролироваться мастером и контролером с росписью исполнителя, мастера и контролера в технологическом паспорте.

После шлифования детали следует подвергать отпуску в жидкой среде (масло, селитра) при температуре 200-230 $^\circ\text{C}$ в течение 2-х часов, или в воз-

душной среде – в течение 3-х часов. Данный отпуск не исключает отпуск деталей после закалки.

Запуск деталей из высокопрочных сталей должен производиться по плану. На каждую партию деталей выписывается технологический паспорт, в котором описываются операции, предусмотренные чертежом и технологическим процессом:

- механическая обработка;
- термообработка;
- опескоструивание;
- магнитный контроль;
- механическая обработка;
- шлифование (соблюдение режимов);
- отпуск после шлифовки;
- контроль на отсутствие прижогов (лаборатория выдает протокол);
- магнитный контроль;
- приемка деталей под покрытие;
- опескоструивание (по технологии цехов покрытий);
- хромирование (время, дата);
- обезводораживание (время, дата);
- шлифовка (по хрому, соблюдение режимов);
- отпуск после шлифовки;
- контроль на отсутствие прижогов на детали или образцах,
- хром должен быть предварительно снят (образцы без отпуска),
- лаборатория выдает протокол (в технологическом паспорте указывается № протокола);
- приемка хромирования (после шлифовки и отпуска);
- магнитный контроль;
- покрытие;
- окончательная приемка.

За каждую операцию технологического паспорта расписывается исполнитель, мастер и контролер.

Для обеспечения качественного шлифования деталей из высокопрочных сталей необходимо соблюдать следующие требования:

- а) технологические характеристики шлифовальных станков должны соответствовать паспортным данным;
- б) обязательная двойная балансировка шлифовального круга при установке на станок;
- в) правку круга производить алмазом или алмазно-металлическим карандашом;
- г) смазочно-охлаждающая жидкость должна подаваться в зону резания обильно;
- д) крепление детали должно быть жестким.

Для шлифовки высокопрочных сталей использовать шлифовальные круги формы III согласно ГОСТ 2424-75 и ГОСТ 3647-71.

Для предварительного и чистового шлифования рекомендуется использовать абразивные круги на керамической связке, обладающие характеристиками, приведенными в следующей таблице:

Обрабатываемый материал	Характеристика круга			
	Материал	Зернистость	Твердость	Структура
ЗОХГСН2МА	Электрокорунд белый 24А	16-25	СМ2-М2	6-8
20ХГСНА	—»—	25-50	СМ2-М3	6-8
ВПС-5	—»—	26-40	СМ2-М2	6-8
ВПС-17	—»—	25-50	СМ2-М3	6-8
ВКС210	Монокорунд М	25-32	СМ2-М1	5-7

Материал абразивного инструмента может быть заменен на электрокорунд хромо-титанистый 91А.

Правку шлифовального круга производить через каждые 15 ÷ 20 минут непрерывной работы круга.

Режим правки круга:

скорость круга, м/сек	25-35;
продольная подача, м/мин	0.1-0.2;
подача на глубину, мм/ход	0.01-0.02;
количество проходов	2-4;
выхаживание двойных ходов	1.

Правку круга производить с применением обильного охлаждения (15 ÷ 20 л/мин). Съем абразивного зерна и вязки для восстановления режущей способности шлифовального круга при правке должен составлять не более 0.05 мм.

Шлифование высокопрочных сталей следует производить в два перехода:

- черновое шлифование с припуском 0.3-0.5 мм на диаметр;
- чистовое шлифование с припуском 0.03-0.1 мм на диаметр.

Ниже приведены режимы для чистового шлифования.

Режимы шлифования

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Режимы резания			
		скорость круга, м/сек	скорость вращения детали, м/мин	подача на глубину мм/дв. ход стола	продольная подача стола мм об. дет.
1	2	3	4	5	6
ЗОХГСН2МА	Круглое шлифование	25-35	25-35	0.015-0.02	3-5
1	2	3	4	5	6
20ХГСНА	Круглое шлифование	25-35	20-25	0.03-0.04	0.1-0.3
ВПС-5	—»—	25-35	15-30	0.01-0.015	0.5-1
ВПС-17	—»—	25-35	20-25	0.03-0.04	0.1-0.3
ВКС210	—»—	25-35	25-30	0.02-0.05	2-4

1) для чернового шлифования применять подачу на глубину в 2-3 раза выше, чем указано в таблице для чистового шлифования; 2) с увеличением скорости обрабатываемой детали, удельная производительность несколько возрастает, но резко падает стойкость круга и ухудшается шероховатость обработанной поверхности.

Шлифование должно производиться с применением обильного охлаждения (7-10 л/мин). Состав 7 СОЖ (в % по весу):

Натрий фосфат трехзамещенный	3-4
Гексамефосфат натрия	0.2-0.3
Сода кальцинированная	0.2-0.5
Вода	до 100

Допускается применение 5% раствора эмульсии ГОСТ 1975-75. СОЖ должна омывать зону контакта обрабатываемой детали с кругом по всей его ширине.

При выполнении шлифования деталей из высокопрочных сталей необходимо соблюдать правила техники безопасности работы с абразивным инструментом (ГОСТ 12.3.028-82) и правила техники безопасности при работе на шлифовальных станках.

Глава 7

КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВЫЕ И ЛИТЕЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ САМОЛЕТА

Обработка металлов давлением основана на способности заготовки пластически деформироваться, т.е. изменять свою форму и размеры в результате приложения внешней силы.

При нагреве металла пластичность резко повышается, поэтому большинство металлов и сплавов подвергают горячей обработке давлением. Исходную заготовку нагревают в специальном устройстве, а затем обрабатывают на деформирующей машине. Существуют различные виды горячей обработки металлов давлением. Основными видами горячей обработки являются: прокатка, прессование, волочение, ковка и объемная штамповка.

Прокатка осуществляется на металлургических заводах путем обжатия заготовки между вращающимися валиками. При прокатке листов применяют валики с гладкой поверхностью, а для прокатки профилей – фасонные. Машины, на которых осуществляют прокатку, называют прокатными станами.

Прессование заключается в выдавливании металла заготовки из контейнера в отверстие матрицы под действием пуансона. В результате сечение заготовки уменьшается, а длина увеличивается. Прессование, как правило, осуществляется на гидравлических прессах. Применяя этот метод, получают прутки и профили сложной фигуры.

Волочение заключается в протягивании ранее прессованной или катаной заготовки через отверстие (фильеру), в результате чего поперечное сечение изделий уменьшается.

Ковка – это процесс обработки заготовки подвижным бойком на неподвижном, металл свободно течет в направлениях, не ограниченных поверхностью инструмента. Данный процесс осуществляют на молотах свободной ковки.

Объемная штамповка – это процесс обработки заготовки в специальных инструментах – штампах, имеющих ручей и гравюру соответствующей конфигурации детали. При штамповке течение металла в стороны ограничено поверхностью инструмента, поэтому при смыкании половин штампов металл заполняет ручей.

Сравнительная экономическая характеристика ковки и объемной штамповки: изделие, получаемое в результате ковки, называется поковкой, а получаемое объемной штамповкой – штамповкой.

Одну и ту же деталь можно получить из поковки и из штамповки, однако точность будет разной. Форма и размеры штамповки максимально приближены к форме и размерам детали, для получения которой, как правило, требуется лишь незначительная механическая обработка.

Изготовление деталей объемной штамповкой требует меньшего расхода металла, чем ковкой. Важным преимуществом объемной штамповки является ее высокая производительность.

Однако недостатком объемной штамповки является применение специального и часто весьма сложного инструмента (штампов), что приводит к удорожанию этого процесса. Выгоднее его использовать при серийном и массовом производствах.

7.1. Характеристика современного цеха горячей объемной штамповки кузнечно-прессового производства

Технологический цикл изготовления штамповок, поковок в кузнечном цехе ГАО «ТАПОиЧ» складывается из заготовительных, деформирующих и завершающих операций, выполняющихся в соответствующих отделениях цеха.

Заготовительные операции применяют с целью подготовки исходных заготовок для последующей объемной штамповки иликовки. Их выполняют в заготовительном отделении, куда исходный материал – стальной, титановый прокат и алюминиевые, магниевые прессованные прутки направляют с сопроводительным паспортом со склада материалов.

Основной заготовительной операцией является разрезка прутков на отдельные мерные заготовки.

В заготовительном отделении установлено следующее оборудование:

- пресс-ножницы Н 1534 усилием 250 т для отрезки заготовок из стальных прутков и алюминиевых сплавов диаметром до 45 мм;
- пресс-ножницы СРПК усилием 800 т для резки более крупных прутков из алюминиевых сплавов до 100 мм.

Резка заготовок из алюминиевых и магниевых сплавов производится в основном на механических пилах, из титановых и стальных прутков – на абразивных автоматах.

Мерные заготовки из заготовительного отделения поступают в штамповочное, где производится нагрев до температуры деформирования, согласно утвержденной технологии.

Нагрев заготовок перед штамповкой необходим для уменьшения предела прочности стали, титановых и алюминиевых сплавов.

Изготовление штамповок из сталей. При нагреве до температуры 1000° С прочность стали уменьшается в 15 раз. При температурах выше 1000° С сталь обладает высокой пластичностью и незначительным сопротивлением деформации.

Следует отметить, что при значительном повышении температуры нагрева выше 1000 на 250-300° С возможен неисправимый брак – пережог, когда начинают оплаиваться границы зёрен.

При температурах 1200-1230° С возможен перегрев металла, при котором его структура приобретает крупнозернистое строение, что отрицательно влияет на качество штамповок и самой детали.

Очень низкая температура нагрева под штамповку требует больших усилий штамповки. Для каждой марки стали установлен температурный интервал штамповки в пределах: начало штамповки 1150°С, конец штамповки 850°С.

Для нагрева стальных заготовок в кузнечном цехе используют пламенные печи, работающие на газообразном топливе с регулируемой температурой (печи РКПМ), электрические камерные печи типа СНО с температурой нагрева 1050°С и индукционный нагрев токами повышенной частоты. Нагретая до необходимой температуры заготовка подается нагревательным специальным клещами на штамп, установленный на молоте или прессе.

Перед установкой штампов на молот или пресс их подогревают на газовых печах до температуры 200-250°С, вследствие чего значительно возрастает разгаростойкость штампов из стали и снижается их хрупкость, т.е. увеличивается стойкость штампа при ударных нагрузках.

Основным оборудованием, на котором производится объемная штамповка, являются паро-воздушные молоты двойного действия, горячештамповочные кривошипные прессы, электровинтовые прессы и горизонтально ковочные машины.

На паровоздушных молотах штампуются детали весом от 0.1 кг до 20 кг с площадью проекций штамповки до 500 см². В цехе установлены паровоздушные штамповочные молоты с весом падающих частей 1, 1.6, 3 и 5 т, позволяющие решать все вопросы по обеспечению объединения горячештамповочными заготовками.

Электровинтовые прессы PSS 400, PSS 480, эквивалентные по мощности молотам с весом падающих частей 2.5 и 3.2 т, имеют ряд преимуществ перед молотами – простоту установки штампов, отсутствие шума, повышенная производительность.

Горизонтально-ковочные машины. В цехе установлены машины мощностью 250 и 400 т. На данном оборудовании производится изготовление деталей типа болтов, фланцев, т.е. деталей типа стержня с утолщенной головкой.

Основным оборудованием для штамповки стальных деталей в кузнечном цехе приняты паровоздушные штамповочные молоты.

Нагретую до температуры деформации 1150°С заготовку штамповщик укладывает в ручей штампа, производит 2-3 тихих удара для сбивания окалины с заготовки, продувает ручей штампа в деталь, излишний металл выходит в облойную канавку штампа. Отштампованная деталь передается для обрезки облоя на специальные обрезные штампы, установленные на кривошипных обрезных прессах.

Как правило, у каждого штамповочного молота установлен обрезной пресс соответствующей мощности: к молоту в 1 т устанавливается пресс усилием 100 т, к молоту в 3 т – пресс в 300 т и т.д.

После штамповки и обрезки облоя детали подвергают термической обработке для улучшения механических и технологических характеристик металла, например, обрабатываемость резанием.

Термообработку осуществляют на термическом участке, оснащенном электрическими печами.

Основными операциями термической обработки стальных штамповок являются отжиг и нормализация.

После штамповки и термической обработки на поверхности деталей остается окалина, очистка которой необходима для повышения стойкости режущего инструмента при механической обработке, а также выявления дефектов на поверхности деталей (волосовин, трещин и т.д.).

В кузнечном цехе очистка от окалины осуществляется дробеметным способом – струей металлической дроби, выбрасываемой на штамповку – лопатки быстровращающегося колеса турбины в специальных установках – дробеметах и пескоструйных камерах.

Очищенные от окалины штамповки с сопроводительным паспортом, в котором после каждой операции ставится гриф БТК, поступают на окончательный контроль, где контролер проверяет геометрические размеры штамповки, состояние поверхности, отсутствие дефектов.

От каждой партии штамповок одна посылается в лабораторию, где проводятся макро- и микроисследования на предмет выявления пережога и отсутствия дефектов структуры.

Для штамповок третьей группы контроля проверяются механические свойства.

На изделие Ил-114 штамповкой изготавливаются 599 наименований стальных деталей.

Штамповка деталей из алюминиевых сплавов. Основным сплавом, широко применяемым на изделие Ил-114, который подвергается горячей деформации для деталей сложной формы (фитинги, качалки, рычаги, кронштейны), является сплав АК6, содержащий, %: медь – 2,2, магний – 0,6%, марганец – 0,6, кремний – 0,9 после штамповки и термической обработки (закалка + искусственное старение) имеет предел прочности σ_b 39 кг/мм².

Значительно меньшее применение в кузнечном цехе находят алюминиевые сплавы АК4-1 с содержанием меди 2,2, никеля – 1,25, железа – 1,25 и кремния 0,35%. Еще меньше в конструкции самолета Ил-114 применяется сплав В 95.

Как правило, штамповки из алюминиевых сплавов изготавливаются на кривошипных горячештамповочных прессах и электровинтовых прессах в 2-3 перехода.

Температурный интервал штамповки для алюминиевых сплавов 170-380° С. Обрезку облоя в холодную осуществляют на обрезных прессах или ленточных пилах. После штамповки и обрезки облоя штамповки из АК6 проходят термообработку: закалка при $T = 515^\circ \text{C}$, охлаждение в воде и искусственное старение при $T = 150-165^\circ \text{C}$.

Заключительной операцией является химическая обработка – травление в щелочи и осветление в азотной кислоте.

На изделие Ил-114 изготавливаются штамповкой 1051 наименование деталей.

Штамповка деталей из магниевых сплавов. Малый удельный вес магниевых сплавов (1,8 г/см³) позволяет широко использовать их в авиационных

конструкциях. Горячая обработка давлением значительно увеличивает прочность и практичность магниевых сплавов.

В конструкции Ил-114 73 наименования деталей изготавливаются из магниевых сплавов горячей штамповкой. Сплав МА2 с содержанием алюминия 3,5, цинка – 0,5 и марганца – 0,25%. Сплав МА2-1 с содержанием алюминия 4,5, цинка – 1,2 и марганца – 0,6%.

Штамповки из этих сплавов имеют прочность 28-29 кг/мм² и применяются для деталей кресел, интерьера.

Штамповка деталей из магниевых сплавов производится, как правило, на кривошипных горячештамповочных прессах в интервале 300-420° С. Нагрев на штамповку производится в электрических камерных печах с регулируемой температурой. Обрезка облоя магниевых сплавов проводится на обрезных прессах в горячем состоянии или на ленточных пилах.

Штамповка деталей из титановых сплавов. Титановые сплавы получили широкое распространение в авиации из-за невысокого удельного веса – 4,5 г/см³, высокой температуры плавления, высокой коррозионной стойкости, высоких механических свойств.

На изделие Ил-114 штамповкой изготавливаются 204 наименования деталей из сплавов титана ВТ22, ОТ4-1, ВТ6, ВТ3-1.

Сплав ВТ22 – высокопрочный сплав, после отжига и старения имеющий характеристики механических свойств согласно ТУ 1-92-25-74 $\sigma_{вр}=120$ кг/мм², $\delta=7\%$, $\gamma=16\%$.

Резка заготовок из титановых сплавов производится на отрезных абразивных автоматах, дисковых пилах. Особенности горячей обработки давлением титановых сплавов является их повышенное сопротивление деформации и способность при нагреве активно взаимодействовать с кислородом воздуха, образуя на поверхности хрупкий газонасыщенный альфированный слой. Поэтому заготовки перед нагревом покрывают защитными покрытиями – стеклоэмалиями, которые одновременно выполняют роль смазки.

Нагрев заготовок производится в электрических камерных печах с обязательной регистрацией температур на диаграмме.

Температурный интервал для каждого титанового сплава и время выдержки в печи указываются в технологических картах деталей. Например, температурный интервал штамповки сплава ВТ22, ОТ4-1 составляет 870-750° С, а сплава ВТ3-1 – 950-850° С.

Штамповка деталей из титановых сплавов на молотах требует тщательной подготовки заготовки по сечению, отсутствия острых кромок на торцах, кромки должны быть скруглены или иметь фаску 5х45, поверхность заготовок должна быть обработана механически. Обрезка облоя производится в горячем состоянии, как правило, вслед за штамповкой.

Отштампованные детали проходят термическую обработку – отжиг в электрических печах с обязательным покрытием поверхности защитными покрытиями – стеклоэмалиями. В цехе в основном применяются стеклоэмали ЭВТ 24,87.

После отжига производится удаление стеклоэмали в дремонтных барабанах или пескоструйных камерах. Далее идет процесс травления титана в смеси

плавиковой и азотной кислоты на глубину 0,3 мм для удаления альфированного слоя. Травленные штамповки с протоколом лаборатории об отсутствии альфированного слоя поступают на окончательный контроль БТК.

7.1.1. Инструмент для горячей штамповки

По видам оборудования штампы подразделяются на молотовые, прессовые, высадные. Молотовые штампы состоят из двух половин: верхней и нижней.

Верхняя половина штампа крепится к бабке молота, нижняя — к штамподержателю с помощью клиньев и шпонок (рис. 7.1).

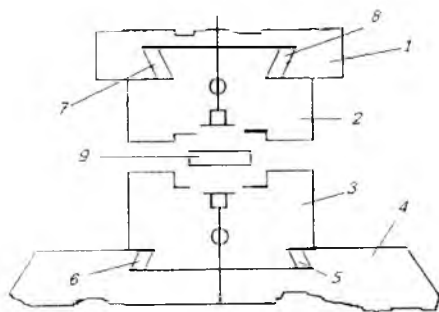


Рис. 7.1. Схема молотового штампа:

- 1 — бабка молота, 2, 3 — соответственно верхняя и нижняя половины штампа,
4 — штамподержатель, 5 — нижняя шпонка, 6, 7 — клинья,
8 — верхняя шпонка, 9 — заготовка

В открытых штампах вокруг ручья выполнена облойная канавка, состоящая из узкой полости (мостика) и полости с большей высотой и шириной (магазипа). Облойная канавка необходима по следующим причинам: тонкий облой, образующийся при штамповке, вокруг штамповки быстро охлаждается и не дает металлу свободно течь в сторону, что способствует заполнению ручья. При штамповках облой смягчает удары верхней половины штампа о нижнюю. Плоскость соприкосновения половин штампа называется плоскостью разъема.

Штампы горячештамповочных прессов изготавливаются вставками и крепятся в верхнем и нижнем башмаках блока с помощью прижимов и болтов.

Материалы штампов. Штампы для горячей объемной штамповки работают в очень тяжелых условиях, подвергаясь многократному воздействию высоких напряжений и температур.

Штамповые стали должны отличаться высокими механическими свойствами, сочетая прочность с ударной вязкостью, износостойкостью, разгаростойкостью.

Марки и химический состав штамповых сталей регламентируется ГОСТом 5960-73. Для изготовления молотовых и прессовых штампов получили распро-

странение стали 5ХНМ, 5ХНВ, 5ХГМ, 5ХНС. Для высадочного инструмента применяют стали У8А, 7ХЗ, 8ХЗ.

Для обработки штампов используют фрезерные, копировально-фрезерные, строгальные и токарные станки; широкое применение нашел электроэрозионный метод получения фигур штампа. Доводка ручья осуществляется пневмомашинками, абразивными кругами и головками, полированием поверхности войлочными кругами и абразивным полотном.

Термическая обработка штампов состоит из закалки и отпуска. Штампы из материала 5ХНМ нагревают до температуры закалки 830-860° С, затем охлаждают в масле до 200-250° С и переносят в печь для отпуска.

При закалке фигуру штампа защищают корбюризатором для предотвращения от окисления и обезуглероживания поверхности.

7.1.2. Изотермическая штамповка

Это процесс горячего деформирования заготовок деталей, осуществляемый с низкими скоростями до 0,2 – 5 мм/с в инструменте, нагретом до температуры деформации. При этом резко повышается пластичность деформируемых материалов, уменьшается усилие деформирования, повышается точность штамповки за счет уменьшения штамповочных уклонов, радиусов переходов, улучшается структура металла.

Однако данный процесс имеет и недостатки: повышенная трудоемкость штамповки, сложность конструкции, высокие требования к точности и теплостойкости штамповой оснастки, сложность и высокая стоимость установок и устройств, высокий расход электроэнергии.

Изотермическая штамповка из алюминиевых сплавов производится на специальных гидравлических прессах ПА 2638 усилием 630 т и ПА 2642 усилием 1600 т, имеющие скорости передвижения траверсы до 0,2 мм/с.

Штампы устанавливаются в специальные нагревательные установки, для алюминиевых сплавов применяются установки УНВ 300, УНВ 630, для титановых сплавов – УИДИН 400, УИС 630, в которых происходит нагрев штампов для алюминиевых сплавов до температуры 470° С, для титановых – до 870° С.

Материалом для штампов при штамповке алюминиевых сплавов служит сталь 5ХНМ, для титановых сплавов – никелевый литейный сплав ЖС6У.

Вопрос широкого внедрения данного процесса связан с экономическими расчетами: количеством деталей, стоимостью штамповки, стоимостью изготавливаемой оснастки.

7.1.3. Техника безопасности

Кузнечный цех относится к категории повышенной опасности, поэтому требования к сохранению здоровья работающих являются главными:

1. В цехе должны работать специально обученные по специальностям рабочие не моложе 18 лет.
2. Каждый работающий должен знать цеховые инструкции по ТБ по специальностям.

3. При работе на нагревательных печах:

а) каждый нагревательщик должен иметь металлический носок;

б) должен пройти аттестацию на допуск к работе на газовых и электрических печах, следить за изоляцией токоведущих частей и заземлением.

4. При работе на молотах и прессах штамповщик должен перед началом работы убедиться в исправности молота, пресса; конец клипа для крепления верхнего штампа не должен выступать из под бабки более чем на 50 мм, работать в каске и очках, не вводить руки в штамповые зоны без предварительной установки.

7.2. Литейное производство

Производство фасонных деталей из литых заготовок является наиболее производительным, по сравнению с другими способами изготовления: механической обработкой поковок, штампованных заготовок, сварных или паянных узлов и т.д.

Литые заготовки обеспечивают получение деталей со сложными криволинейными поверхностями, полостями и выступами, расположенными в различных направлениях при минимальном количестве обрабатываемых поверхностей и с малыми припусками на механическую обработку. Это особенно важно при изготовлении деталей из стали и титановых сплавов.

Литые заготовки обеспечивают максимальное приближение к форме готовой детали за счет применения минимальных уклонов, малых радиусов, литых отверстий.

Монолитность литых деталей обеспечивает их высокую жесткость и конструктивную прочность. Литые детали обладают квазиизотропными механическими свойствами во всех направлениях, что выгодно отличает их от штамповок и поковок, которые имеют анизотропию механических свойств в разных направлениях.

Литые детали, полученные методом точного литья, имеют высокую чистоту поверхности и высокую точность.

Несмотря на незначительные преимущества литых деталей, их применение в авиации ограничено в связи с тем, что их прочность в большинстве случаев ниже прочности деформированных заготовок (поковка, штамповка, прокат).

Применение литых заготовок, изготавливаемых методом точного литья (литье в кокиль, по выплавляемым моделям, под давлением) требует изготовления очень сложной и металлоемкой оснастки. При изготовлении деталей методом точного литья по выплавляемым моделям требуется применение порядка 100 наименований основных и вспомогательных материалов, неизбежен значительный расход электроэнергии, цикл изготовления деталей составляет 5-6 дней.

Поэтому изготавливать методами точного литья следует лишь те детали, которые невозможно в силу конструктивных особенностей изготовить из прутка, поковки, штамповки, листа с последующей сваркой и т.п.

Способы литья. В серийном производстве авиационных заводов применяются следующие способы литья (табл. 7.1):

- литье в песчаные формы;
- точное литье в кокиль;
- точное литье по выплавляемым моделям;
- точное литье под давлением.

Выбор способа литья зависит от серийности производства, габаритов и конфигурации детали, требований, предъявляемых к детали в части точности, чистоты поверхности, прочности материала.

Таблица 7.1

Характеристики применяемых способов литья

Способы литья	Тип производства	Литейные сплавы	Максимальные габариты отливки, мм	Максимальный вес отливки	Наименьшая толщина стенок отливки, мм	Применяемая литейная оснастка
1	2	3	4	5	6	7
Литье в песчаную форму	Серийное Единичное	Алюминиевые АЛ19, ВАЛ5, АЛ9, АЛ9-1	500х500х 500	20	4	Модели Ст. ящики.
	Серийное	Магнийевый сплав МЛ5пч, МЛ5:	400х400х 400	12	4	Модели
	Серийное Единичное	Чугун СЧ15, СЧ18	800х800х 800	350	4	Ст. ящики Модель Ст. ящики
Литье в кокиль	Серийное	Алюминиевые сплавы АЛ9, АЛ2, ВАЛ5, АЛ9-1	500х500х100	15	4	Мет. форма
		Магнийевые сплавы МЛ5пч, МЛ5,	200х200х 200	3	4	Ст. ящик
		Латунь ЛЦ16К4	50х50х100	0,3	10	Мет. форма
		Бронза БрОФ-10-1	О = 100 H-250	25	10	Ст. ящик Мет. форма
		Чугун СЧ15, СЧ18	О = 600 H-750	350	20	Мет. форма Ст. ящик
Литье по выплавляемым моделям	Серийное	Сталь 35ХГСЛ, Сталь ВЛЛ-3	200х200х 200	15	2	Пресс-форма
		Титановый сплав BT5Л, BT20Л	200х50х150	4	4	Пресс-форма
		Алюминиевый сплав АЛ9, АЛ9-1	100х100х100	0,5	1,5	Пресс-форма
Литье под давлением	Крупносерийное	Алюминиевые сплавы АЛ2, АЛ9	150х150х 250	3	3	Пресс-форма

Применение точных способов литья, в частности, литье под давлением требует значительных затрат на изготовление литейной оснастки (пресс-

формы, кокилей). Применение точного литья по выплавляемым моделям требует применения дорогостоящей оснастки, большого количества основных и вспомогательных материалов, больших затрат электроэнергии. Поэтому решение об изготовлении деталей методом точного литья должно приниматься после тщательного экономического анализа.

Литье в песчаную форму. Литейная форма чаще всего состоит из двух полуформ: верхней и нижней, изготовленных из песчано-глинистой смеси в металлических рамках (опоках). В нижней и верхней полуформах при помощи модели образована полость, предназначенная для получения отливки. Внутренние каналы в отливке образуют песчаный стержень, который крепится в форме при помощи стержневых знаков.

Перед заливкой расплава полуформы скрепляют штырями, или на верхнюю полуформу устанавливают груз. Для удаления газов, выделяющихся из песчано-глинистой смеси, оформляют вентиляционные каналы в форме и стержнях.

Совокупность каналов, предназначенных для подвода расплава в полость формы, питания отливки при затвердевании, а также для улавливания шлаков и загрязнений называют литниково-питающей системой. Она состоит из литниковой чаши, стояка, металлоприемника, коллектора и питателя, подводящего расплав непосредственно к отливке.

Процесс изготовления форм называют формовкой. На ГАО «ТАПОиЧ» применяются два способа формовки: ручной и машинный по модели.

Моделью называют приспособление, повторяющее будущую отливку и служащее для получения формы литейной полости.

Наиболее распространенным способом изготовления форм является формовка в опоках.

Стержни представляют собой отдельно изготовленную часть литейной формы, предназначенную для оформления внутренних полостей в отливке. Так как стержни со всех сторон омываются жидким металлом, они находятся в более тяжелых условиях, чем литейная форма. Стержни должны обладать высокой прочностью, газопроницаемостью, податливостью и противопригарной стойкостью. Эти свойства обеспечиваются правильной сушкой стержней, их армированием, вентиляцией, окраской.

На ГАО «ТАПОиЧ» применяют стержни горячей сушки и холодного отверждения (ХТС), изготовленные с применением крепителя М-3.

Для изготовления форм применяют формовочные кварцевые пески, бентонитовую глину, воду. Формовочные смеси для литья алюминиевых сплавов содержат песок, глину, воду, а смеси для литья магниевых сплавов, кроме того, содержат различные присадки, препятствующие возгоранию магниевых сплавов. В песчаные формы заливают также чугун.

Плавка магниевых и алюминиевых сплавов на ГАО «ТАПОиЧ» производится в газовых печах типа «КОЛЕМАН» с чугунным или стальным тиглем, и в электрических печах сопротивления ВРП025.

Выбивка отливок из форм производится на инерционных выбивных решетках. Обрезка литниково-питающей системы отливок производится на лен-

точных пилах ЛС-80. Обрезанные отливки подвергаются термообработке в шахтных печах ИИ-34.

Плавку чугуна производят в индукционной печи ИСТ-0.4 с основной (магнетитовой) футеровкой. Емкость печи 350-400 кг.

Литье в кокиль. Кокилем называют металлическую разъемную форму, многократно используемую для получения отливок. Кокили бывают разъемные (с горизонтальной или вертикальной линией разъема) и неразъемные (вытряхные).

Последовательность технологического процесса:

- Нагрев кокиля газовыми горелками до 250-300° С.
- Окраска специальными кокильными красками при помощи pulverизатора.
- Установка металлических и песчаных стержней.
- Продувка кокиля сжатым воздухом.
- Закрывание кокиля.
- Заливка металла из ковша.
- Выдержка до затвердения отливок.
- Раскрытие кокиля.
- Извлечение отливки.

Для повышения производительности кокили устанавливают на специальных станках с пневматическим или гидравлическим приводом.

На ГАО «ТАПОиЧ» в кокиль отливаются алюминиевые и магниевые сплавы, чугуны, латунь и бронза.

Приготовление литейных алюминиевых сплавов для литья в кокиль производится в электрических печах сопротивления с чугунным тиглем. Емкость тигля по алюминию 220-250 кг.

Лагуны выплавляют в индукционных печах ИСТ- 0.16 с основной футеровкой. Для выплавки бронз в печь устанавливается графитовый тигель.

Литье по выполняемым моделям. Из легкоплавких органических материалов (модельный парафиностеариновый состав ПС-50) методом запрессовки в специальные пресс-формы изготавливают разовые легкоплавкие модели детали и литниковых систем, которые собираются в общий литейный блок (елочку). На собранный литейный блок наносят несколько слоев огнеупорного покрытия (для сталей – огнеупорная суспензия на основе маршаллита пылевидного кварца с обсыпкой кварцевым песком, для титановых сплавов – суспензия на основе коллоидного графитового препарата с обсыпкой зернистым графитом фракций 0.63-1.6мм).

Каждый из слоев просушивается на воздухе в течение 3-4 ч. Количество наносимых слоев зависит от веса и габаритов отливки и составляет от 4 до 11 слоев. Толщина полученной оболочки 6-12 мм.

Легкоплавкие модели удаляют из оболочки путем погружения в ванну с горячей водой (90-95° С).

После операции удаления модельного состава оболочки производят прокаливку керамических и графитовых форм. Керамические формы прокаливаются

в камерных электрических печах сопротивления типа ПН-15 при температуре 850-950° С в течение 8 ч, графитовые формы проходят двухстадийную прокалку в шахтных печах сопротивления Ц-105 и ПВП10.10./8.5, причем прокалка в печах ПВП 10.1078.5 производится в вакууме.

Формы для стального литья заливают металлом, непосредственно после прокалки при температуре стали 1550° С, формы для титанового литья – при температуре металла 1660° С.

Плавка стали производится в индукционных печах сопротивления с основной (магнетитовой) футеровкой. Емкость тигля по стали составляет 150 – 170 кг.

Разливка сплава по формам выполняется ручными футерованными ковшами.

Плавку и заливку титановых сплавов производят в специальных вакуумных плавильно-заливочных центробежных установках 833 «Д» и ВДП-4М. Данные установки в виду исключительно большой химической активности жидкого титана должны удовлетворять следующим требованиям:

- Использовать источники тепла, обеспечивающие достаточный перегрев металла и не выделяющие в атмосферу печи посторонних примесей.
- Создание в печи вакуума на этапах нагрева, плавления, заливки металла в литейную форму, затвердевания и охлаждения отливок.
- Тигли должны быть снабжены графитовым тиглем с наведенным гарниссажем из титанового сплава.
- В целях получения плотных отливок печи должны быть оборудованы центробежным столом с частотой вращения 250-350 об/мин.

Требования по источнику тепла обеспечиваются тем, что в качестве источника используется электрическая дуга, возникшая между тиглем и титановым электродом.

Плавка, заливка и охлаждение отливок производятся в вакууме, который создается при помощи форвакуумных и бустерных насосов. Для ускорения остывания отливок после заливки в печь запускают инертный газ (гелий).

Литье под давлением. Сущность этого способа заключается в том, что жидкий алюминиевый или магниевый сплав подается в стальную разъемную пресс-форму под давлением.

Рабочее давление на расплав осуществляется непосредственно поршнем машины литья под давлением. Давление может достигать несколько сотен атмосфер, что обеспечивает хорошую заполняемость пресс-формы, получение точных отливок с высокой чистотой поверхности.

При работе на машинах литья под давлением обеспечивается высокая производительность. Пресс-форма машины литья под давлением состоит из двух полуформ. После затвердевания расплава подвижная полуформа отходит, при этом отливка вместе с литниками и промывниками выталкивается толкателями. Излишек металла, который не вошел в полость пресс-формы (пресс-остаток), выталкивается из камеры прессования поршнем машины и в дальнейшем поступает на переплавку.

Для осуществления процесса литья под давлением необходимо наличие литейной машины, литейной формы и раздаточной печи с расплавленным металлом.

Пресс-формы для машин литья под давлением изготавливаются из высококачественных сталей типа 3Х2В8, подвергаются закалке и азотированию. Важнейшим условием безопасной работы на машинах литья под давлением является правильный расчет усилия запираения пресс-формы, который исключает выброс жидкого металла при запрессовке.

Методом литья под давлением на ГАО «ТАПОиЧ» изготавливаются товары народного потребления из алюминиевых сплавов.

Сплавы для литья под давлением приготавливаются в электрических печах сопротивления типа ВРП025, оборудованных литым чугуниным тиглем.

Емкость тигля по алюминию 220-250 кг.

В табл. 7.2 приведены сведения о достоинствах и недостатках способов литья.

Таблица 7.2

Достоинства и недостатки способов литья

Способ литья	Достоинства	Недостатки
Литье в песчаную форму	Возможность изготовления сложных крупногабаритных отливок. Низкая стоимость и малые циклы изготовления отливки. Сравнительно небольшое количество и низкая стоимость вспомогательных материалов	Низкая точность размеров и низкая чистота поверхности. Наличие характерных литейных дефектов (газовые раковины, засоры, пригар). Механические свойства отливок ниже, чем при литье в кокиль. Не применим при изготовлении качественных отливок из сталей и отливок из титана
Литье в кокиль	Получение отливок с плотной структурой и высокими механическими свойствами. Самые низкие затраты на вспомогательные материалы. Производительность труда в 3-4 раза выше, чем при литье в песчаные формы. Повышенная культура производства, уменьшение вредных выбросов, экономия производственных площадей	Ограниченные габаритные размеры и сложность деталей. Металлоемкость и длительные циклы освоения и внедрения кокилей
Литье по выплавляемым моделям	Возможность получения очень сложных отливок из сталей и титана. Высокая чистота поверхности и точность размеров. Минимальные припуски на механическую обработку. Максимальное приближение к форме готовой детали за счет малых литейных уклонов, оформления литых отверстий, малых припусков	Ограниченные габаритные размеры деталей. Длительный цикл изготовления отливок, большой расход электроэнергии, большое количество применяемых остродефицитных материалов. Большое количество применяемого литейного оборудования
Литье под давлением	Самая высокая производительность среди всех видов литья. Получение тонко стенок деталей, почти не требующих механической обработки. Возможность армирования деталей, получения готовой резьбы, рельефных надписей, высокой чистоты поверхности и точности отливок	Ограниченные габаритные размеры деталей. Низкая прочность и плотность материала отливок. Невозможность получения отливок из сталей и титана

Глава 8

СВАРОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕЕВ В ПРОИЗВОДСТВЕ САМОЛЕТА

Современный уровень развития сварочной техники позволяет получать вполне надежные, прочные и герметичные соединения, обеспечивающие требуемую работоспособность самолетных конструкций в заданных условиях эксплуатации в течение определенного времени.

Работоспособность и надежность сварных соединений зависят не только от материала, но и от вида соединения и способа сварки заложенных в конструкцию сварных узлов и деталей. Наиболее надежный вид соединения во всех случаях – стыковой.

При соединении деталей и узлов летательных аппаратов наибольшее распространение получили следующие способы сварки самолетных конструкций: электрическая дуговая сварка, основанная на использовании тепла электрической дуги, которая в зависимости от разновидности сварки, размеров и материала электродов, типа защитной среды (покрытие электродов, флюс, защитные газы) характеризуется различной сосредоточенностью.

Дуга как источник нагрева характеризуется высокой концентрацией выделяемой теплоты, что обуславливает местный, крайне неравномерный нагрев свариваемых изделий, а это вызывает ряд специфических явлений: возникновение сварочных напряжений и деформаций, образования вблизи шва зоны с измененной структурой.

Совокупность свойств, включающая устойчивость сварочного процесса, производительность сварки, возможность получения сварных швов нужной внешней формы и без внутренних дефектов (пор, горячих и холодных трещин), гигиенические условия сварки представляют технологические свойства сварочных материалов, которые в значительной степени влияют на выбор способа сварки.

Другая важнейшая характеристика, влияющая на выбор способа сварки, – механические свойства металла шва: предел текучести, временное сопротивление разрыву, ударная вязкость – непосредственно зависящие от химических свойств и структуры металла шва, а также механические свойства сварного соединения, которые зависят не только от свойств металла отдельных зон, но и от соотношения свойств и геометрических размеров контактирующих участков.

8.1. Материалы, применяемые при изготовлении сварных конструкций

При выборе марки материала, кроме общих конструктивных требований, вытекающих из назначения и условий работы проектируемой сварной конструкции, следует руководствоваться данными о свариваемости материала и прочности характеристик его сварных соединений.

В сварных конструкциях изд. «Ил-114» нашли широкое применение стали конструкционные, углеродистые, стали средней и высокой прочности, стали коррозионно-стойкие, аустенитного класса, титановые, алюминиевые и медные сплавы.

Малоуглеродистые стали марок ст. 10, 20 применяются для изготовления малонагруженных сварных деталей типа тяг, кронштейнов, хомутов, колец и др.

Стали конструкционные легированные средней прочности 30ХГСА, 35ХГСЛ применяют для изготовления деталей типа кронштейнов, тяг, осей и др., подвергаемых после сварки закалке и последующему отпуску.

Высокопрочная конструкционная сталь 30ХГСН2А применяется для изготовления высоконагруженных и ответственных сварных деталей, например деталей шасси.

Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали 12Х18Н10Т, 14Х17Н2 и др. применяются для изготовления трубопроводов системы ПОС и СКВ, кислородных баллонов, трубопроводов топливной системы и др. сварных конструкций.

Титановые сплавы ВТ-1-0, ОТ4-0, ОТ4-1, ВТ-5Л, ВТ-6 применяются для изготовления трубопроводов систем ПОС и СКВ, различных кронштейнов, выхлопной трубы, хомутов, тяг и других сварных конструкций.

Алюминиевые сплавы АМц, АМг2, АМг3, АМг6, АЛ9 применяются для изготовления трубопроводов систем ПОС, СКВ, трубопроводов топливной системы, гидро- и маслобаков, электрокоробок, кронштейнов, кожухов, а сплавы АВТ, Д16АТ – для изготовления панелей, люков и других сварных конструкций.

Медные сплавы М1 и М2 применяются для изготовления шин электрооборудования различной конфигурации.

8.2. Общие сведения о свариваемости материалов

Свариваемость – это способность материалов образовывать сварные соединения (без трещин и прочих дефектов соединений), имеющие физические, механические и другие свойства, близкие к свойствам основного металла.

Конструкционные малоуглеродистые стали 10, 20 обладают хорошей свариваемостью. Швы, сваренные на конструкциях из малоуглеродистых сталей всеми способами сварки, обладают удовлетворительной стойкостью против образования кристаллизационных трещин.

Конструкционные легированные стали средней ($\sigma_{\text{в}}=90\pm130 \text{ кг/мм}^2$) и высокой ($\sigma_{\text{в}}=150\pm200 \text{ кг/мм}^2$) прочности склонны к резкой закалке и образованию холодных (закалочных) трещин. С увеличением толщины свариваемого металла возможность образования закалочных трещин увеличивается.

О свариваемости применительно к её чувствительности к закаливанию ориентировочно судят по коэффициенту эквивалентности по углероду для различных легирующих элементов.

Коэффициент эквивалентности по углероду рассчитывается по формуле:

$$C_э = C\% + \frac{Mn}{6}\% + \frac{Cr}{5}\% + \frac{V}{5}\% + \frac{Mo}{4}\% + \frac{Ni}{15}\% + \frac{Cu}{13}\% + \frac{P}{2}\%$$

Стали, у которых $C_э$ менее 0,45% считаются не склонными к образованию холодных трещин при сварке.

Стали с эквивалентностью по углероду более 0,45% склонны к образованию трещин при сварке.

Образование холодных трещин при сварке закаливающих сталей уменьшается:

- 1) при выборе способа и технологии сварки, обеспечивающих отсутствие закалочной структуры литого металла шва;
- 2) при сварке с применением подогрева, уменьшающего вероятность образования закалочных структур;
- 3) при снижении содержания водорода в сварном соединении;
- 4) при отпуске после сварки

Температура подогрева рассчитывается по формуле:

$$T_p = 350\sqrt{C_э(1+0,005S-0,25)}, ^\circ\text{C}$$

где: S – толщина металла

Аустенитные стали и сплавы классифицируются по системе легирования, структурному классу, свойствами служебному назначению. По системе легирования они делятся на два основных типа: хромоникелевые и хромомарганцевые. В зависимости от основной структуры, получаемой при охлаждении на воздухе, различают следующие классы сталей: аустенитно-мартенситные, аустенитно-ферритные, аустенитные.

При сварке аустенитных сталей в металле шва и околошовной зоне могут возникнуть горячие трещины. Большое влияние на возможность возникновения в швах горячих трещин оказывают техника и режимы сварки, определяющие форму шва и характер кристаллизации его металла. Сварка электродными проволоками малого диаметра (до 2-х мм) и умеренные режимы сварки повышают стойкость швов к горячим трещинам.

Титановые сплавы BT1-0, OT4-0, OT4-1, ПТ-7М, BT5л обладают удовлетворительной свариваемостью.

Особенности технологий сварки титана и его сплавов обусловлены его химической активностью. Насыщение металла шва кислородом, азотом и водородом происходит при температуре выше 350°C . Это снижает пластичность и прочность сварных конструкций. Водород и азот, растворяясь в титане, существенно снижают его пластичность, в том числе ударную вязкость. Углерод в титановых сплавах также ухудшает свариваемость, образуя хрупкие карбиды титана. Активность титана и его сплавов по отношению к кислороду, азоту и водороду требует тщательной защиты нагретого при сварке металла от воздействия атмосферы, поэтому дуговую сварку титана и его сплавов выполняют в

среде инертных газов (аргоне или гелии). При сварке титановых сплавов существует вероятность образования холодных трещин из-за наличия в металле водорода, образующего хрупкие нестабильные гидриды, и появления метастабильной η -фазы, вызывающей изменения объема металла и образование внутренних напряжений. Длительное воздействие внутренних напряжений может привести к возникновению трещин. Для устранения возможности образования трещин проводят комплекс мер, повышающих чистоту металла по водороду: травление сварочной проволоки и деталей, вакуумный отжиг, механическую зачистку, обезжиривание. Для снятия внутренних напряжений сварные узлы после сварки подвергают отжигу при температуре 650-750°C. Содержание кислорода, азота, водорода и влаги в защитных газах и контролируемой атмосфере камеры сводят к минимуму. Хрупкий, газонасыщенный наружный слой деталей и узлов, проходивших обработку, связанную с нагревом на воздухе, снимают механической обработкой или травлением.

Водород и кислород могут вызвать пористость в металле шва. Поры в швах – наиболее распространенный дефект соединений при сварке титановых сплавов. Основной причиной пористости является водород, присутствующий в свариваемом металле в зоне сварочной дуги. Установлено, что поры образуются в результате изменения растворимости водорода в металле шва при его кристаллизации. Кислород также может вызвать пористость, взаимодействуя с водородом. Азот не вызывает образования пор. Пористость в швах зависит от погонной энергии при сварке: с повышением погонной энергии до определенных пределов количество пор резко увеличивается. Поры снижают механическую прочность сварных соединений и их конструктивную прочность. Пористость отрицательно влияет на циклическую прочность сварных соединений титановых сплавов. Основными мерами предупреждения образования пор при сварке титановых сплавов являются снижение содержания водорода и кислорода в металле деталей и сварочной проволоке, тщательная подготовка свариваемых кромок и сварочной проволоки перед сваркой, применение специальных флюс-паст, выбор оптимальных режимов сварки для конкретных сплавов и толщин.

Свариваемость алюминия и его сплавов имеет ряд особенностей, связанных с физико-химическими и технологическими свойствами материала.

Основными свойствами, затрудняющими сварку алюминия и его сплавов, являются:

- легкая окисляемость алюминия приводит к образованию на его поверхности плотной тугоплавкой ($T_{пл}=2050\text{ }^{\circ}\text{C}$), с большой плотностью 3,6 г/см³, пленки оксида алюминия Al_2O_3 . Окисная пленка на поверхности металла затрудняет сплавление кромок и способствует загрязнению металла шва частицами этой пленки. Для удаления окисной пленки детали и присадочную проволоку подвергают травлению или механической зачистке;
- трудность контролировать размеры сварочной ванны, так как алюминий при нагреве не меняет своего цвета;

- высокий коэффициент линейного теплового расширения алюминия приводит к значительным остаточным деформациям;
- резкое повышение растворимости газов в расплавленном алюминии и задержка их в металле при его остывании приводит к образованию интенсиной пористости, снижению прочности и пластичности металла шва;
- металл шва склонен к возникновению трещин в связи с грубой столбчатой структурой шва и выделением по границам зерен легкоплавких эвтектик.

В жидком состоянии алюминий активно растворяет водород. При охлаждении и затвердевании растворимость водорода резко снижается, что приводит к возникновению нор в металле сварного шва. Основным источником водорода является вода, находящаяся на поверхности свариваемых кромок и сварочной проволоки. Количество влаги на поверхности прямо пропорционально толщине окисной пленки. Поэтому основной мерой борьбы с водородом является удаление окисной пленки и выполнение сварки с минимальной толщиной окисной пленки на свариваемых кромках, для чего в зависимости от ответственности сварных соединений ограничивают время между удалением окисной пленки и сваркой от 3 ч до 3 суток.

При сварке алюминиевых сплавов возможно образование горячих трещин из-за вредного влияния на пластичность и прочность металла эвтектик, влияние которых усугубляют процессы дендритной ликвации. Для устранения возникновения горячих трещин применяют присадочные проволоки, содержащие элементы, улучшающие структуру шва (Сг, Тi, В), а также производят сварку с активным воздействием на кристаллизацию металла шва, перемешивая его, например, в сварочной ванне, внешним магнитным полем.

8.3. Особенности сварки разнородных материалов

Одним из путей создания сварных конструкций из трудно свариваемых, разнородных металлов, например титана и стали, является способ сварки плавлением с применением промежуточных вставок из металлов, сваривающихся с каждым металлом соединяемой пары.

Трудность сварки разнородных материалов или сплавов обусловлена тем, что они различаются физическими, механическими и физико-химическими свойствами, которые определяют как взаимодействие металлов между собой, так и их взаимодействие с вновь образующимися фазами.

При изготовлении трубопроводов систем ИОС и СКВ, для соединения температурных компенсаторов с элементами трубопровода из титановых сплавов и с элементами трубопровода из нержавеющей сталей, применяется «переходник», состоящий из 3 кольцевых элементов, заваренных между собой автоматической сваркой в среде аргона.

Соединение кольца, изготовленного из сплава ВТ-1-0, с кольцом из стали 08Х15Н5Д2Т происходит через вставку из ванадиевого сплава ВХ-8.

8.4. Способы сварки

При изготовлении сварных конструкций самолета Ил-114 применяются следующие виды сварки:

- ручная дуговая сварка;
- аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;
- газовая сварка;
- шовная контактная сварка;
- точечная контактная сварка.

Ручная дуговая сварка штучными электродами, при которой подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок проводится вручную. Ручная дуговая сварка покрытыми металлическими электродами применяется при изготовлении сварных конструкций из стали. Объем её применения для сварки стальных конструкций 20–25%.

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом применяется при изготовлении сварных конструкций из сталей, титановых, алюминиевых и медных сплавов и различных металлов.

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом в зависимости от степени механизации подразделяется на ручную (вручную направляется горелка по стыку и подается присадочный материал в дугу) и автоматическую (подача присадочного материала и относительное перемещение дуги и изделия осуществляется механизмами).

Аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом свариваются изделия из материала толщиной 0,5 мм и более (ручная сварка применяется при толщине 0,8 мм. и более).

Газовая сварка – это сварка плавлением, при которой нагрев кромок соединяемых частей производится пламенем газов, сжигаемых на выходе горелки для газовой сварки.

Газовая сварка подразделяется на кислородно-ацетиленовую и кислородно-водородную сварки.

Кислородно-ацетиленовая сварка применяется для сварки деталей из конструкционных и нержавеющей сталей с толщиной металла не более 1,5 мм.

Кислородно-водородная сварка применяется для сварки деталей из алюминиевых сплавов марок АМц, АМг2, АМг3 с толщиной металла не более 2,0 мм.

Шовная контактная сварка, при которой соединение элементов выполняется внахлестку вращающимися роликами в виде непрерывного или прерывистого шва.

Шовная контактная сварка применяется при изготовлении температурных компенсаторов воздушных систем ПОС и СКВ из нержавеющей стали 12Х18Н10Т и др. конструкций.

Точечная контактная сварка, при которой соединение элементов происходит на участках, ограниченных площадью горцов электродов, подводящих ток и передающих усилие сжатия.

Точечная контактная сварка применяется при изготовлении различных конструкций из сталей, титановых и алюминиевых сплавов.

Точечную контактную сварку изделий из алюминиевых сплавов производят по слою грунта ГФ-014 или пасты АЛКМ, применяемых для защиты внутренних поверхностей нахлестки от коррозии.

8.5. Контроль качества сварных соединений

По уровню требований по качеству к сварным соединениям в зависимости от особенностей конструкций узла, условий работы соединения, свойств свариваемых материалов, возможности применения определенных методов контроля сварные соединения в самолетостроении разделяются в порядке снижения требований на три категории. Категории сварных соединений обуславливают вид и объем контроля и нормы допустимых дефектов. Для сварных соединений первой и второй категорий необходимо применять методы контроля, позволяющие определять характер внутренних дефектов, их размеры и количество. Конструктор, проектируя сварной узел, должен предусматривать возможность проведения назначенного им вида контроля.

Все сварные соединения независимо от категории проходят контроль внешним осмотром. Внешним осмотром можно обнаружить наружные дефекты: непровары, подрезы, поры, трещины, не заваренные кратеры, раковины, свищи, несоответствие геометрических размеров шва требованиям чертежа. Перед внешним осмотром сварной шов и прилегающая к нему зона должны тщательно очищаться от шлака, брызг и других загрязнений.

После внешнего осмотра сварные соединения могут быть подвергнуты контролю другими методами: радиационному, магнитному, акустическому, капиллярному и другим.

При радиационном контроле выявление дефектов основано на различном поглощении металлом и неметаллическими веществами проникающего излучения. Наибольшая чувствительность к выявлению дефектов (1...2 % от толщины материала) обеспечивается рентгеновскими аппаратами с острофокусными трубками. Радиационный вид контроля по методу выявления дефектов делится на радиографический, радиоскопический, радиометрический. Широкое применение получил радиографический контроль, при котором изображение фиксируется на пленке или бумаге, что служит документальным свидетельством контроля. Радиографический контроль служит для обнаружения пор, шлаковых включений, непроваров и трещин. Трещины выявляются только в случае, если излом совпадает с направлением луча.

Магнитный контроль основан на изменении при намагничивании деталей распределения магнитных силовых линий в месте дефектов, которые фиксируются одним из следующих методов: магнитопорошковым, магнитографическим, магнитоферрозондовым, индукционным. При наиболее распространенном магнитопорошковом методе на деталь наносится ферромагнитный порошок, предварительно смешанный с керосином, маслом. При наличии де-

фекта линии магнитного поля огибают его, часть из них, искривляясь, выходит на поверхность и образует магнитный полюс, над которым собирается порошок, выявляя, таким образом, дефект. Магнитный контроль обладает высокой чувствительностью по выявлению поверхностных и подповерхностных дефектов типа трещин, непроваров, пор, подрезов и других в сварных соединениях из ферромагнитных материалов.

Капиллярный метод применяется для выявления паружных дефектов сварных соединений: трещин, свищей, расслоений и т.п. Один из вариантов такого метода контроля — люминесцентный. Сущность его заключается в том, что деталь погружают в индикаторную жидкость. Трещины и другие дефекты, подобно капиллярам, втягивают в себя индикаторную жидкость и хорошо ее удерживают. Деталь насухо вытирают и на ее поверхность наносят сорбент, который вытягивает на поверхность часть оставшейся в дефектах — капиллярах индикаторной жидкости. При облучении поверхности детали ультрафиолетовыми лучами индикаторная жидкость, поглощенная сорбентом, будет ярко люминесцировать, свидетельствуя о наличии дефекта. Вместо люминесцентного метода применяют метод красок, который заключается в нанесении на контролируемую поверхность жидкого красителя. Происходит капиллярное втягивание красителя в наружные дефекты. После очистки и просушки поверхности на нее наносится сорбент — белая проявляющая жидкость. При ее высыхании краситель из дефектных мест диффундирует в сорбент, окрапывая его и выявляя тем самым дефект.

Акустический контроль основан на изменении характера распространения волн (звуковых и ультразвуковых) в сварных швах, имеющих внутренние дефекты: трещины, пустоты, поры, непровары, расслоения и т.п.

Контроль течением служит для проверки сварных соединений на герметичность. В зависимости от условий работы сварной конструкции для контроля течением используются жидкость или газ. В связи с этим при контроле на герметичность сварных конструкций летательных аппаратов используют следующие виды контроля: воздухом, водой, керосином, красками, люминофором, гелием, галогенами, вакуумированием. Испытание сжатым воздухом проводится после гидравлических испытаний. При этом в изделии создается избыточное давление воздуха, а неплотности обнаруживаются промазыванием швов мыльной пеной, погружением детали в воду или по падению давления, регистрируемого манометром. Испытание водой (гидравлическое) аналогично испытанию воздухом и направлено, в первую очередь, на испытание прочности сварного соединения. Поэтому давление воды в изделии, чем при испытании воздухом. Случайное разрушение конструкций при гидравлических испытаниях менее опасно, чем при испытании воздухом, так как давление внутри изделия моментально падает из-за малой сжимаемой жидкости, едва начинаются разрушения. Испытание керосином заключается в том, что одну сторону соединения, доступную для осмотра, забеливают меловой эмульсией, а затем высушивают, а противоположную — смачивают керосином. Обладая большой проникающей способностью, керосин, если в соединении нарушена герметичность, проникает в мел, образуя маслянистое пятно. Испытание крас-

ками основано на уже изложенном принципе капиллярности, однако технология самого контроля несколько другая, так как для выявления негерметичности жидкость с краской наносится со стороны, противоположной той, на которую нанесен сорбент. Аналогично производятся испытания люминофорами. Испытание гелием (масс-спектрометрическое) производится по следующей технологии. В изделии создается вакуум, а сварные соединения обдувают гелием с помощью специального пистолета. Гелий, обладающей хорошей проникающей способностью, проникает через несплошности внутрь изделия, а из изделия – в масс-спектрометр. При этом отклоняется стрелка прибора или раздается звуковой сигнал. Положение дефекта определяется расположением пистолета в момент срабатывания сигнализации.

Наряду с не разрушающимися методами контроля применяются разрушающие. К разрушающим относится испытание сварных образцов-свидетелей, которые сваривают из тех же материалов и на тех же режимах, что и сварные изделия. Всесторонние испытания образцов позволяют косвенным образом судить о качестве сварных соединений изделия. Образцы проходят следующие виды испытаний: механические, металлографические, коррозионные, химический анализ и т.п.

К механическим испытаниям относятся: статические :- на растяжение, изгиб; динамические – ударный изгиб, усталостные испытания и др.

Металлографический контроль применяют для выявления макро- и микро-трещин, пор, раковин, непроваров, определения размеров литой зоны при контактной сварке изучения структуры сварного соединения. Коррозионные испытания проводятся для определения склонности сварных соединений к общей или местной коррозии

8.6. Дефекты сварных соединений

Дефекты сварки рассматриваются, как правило, применительно к конкретному виду сварки.

При сварке плавлением могут быть различные дефекты сварных соединений. **Непровар** – представляет собой частичное отсутствие сплавления свариваемых кромок со стороны корня шва, или частичное отсутствие сплавления наплавленного металла с основным. Основной причиной непровара является неправильно выбранный режим сварки. **Пористость**, представляющая собой газовые пузырьки в металле. **Шлаковые включения** – наличие в металле неметаллических веществ. **Пережог** – окисление по границам зерен. **Прожог** – сквозное проплавление металла с образованием отверстия в сварном соединении. **Подрез** – углубление в основном металле в месте его перехода к поверхности сварного шва. **Кратеры** – усадочные углубления, образующиеся в металле шва при резком отрыве электрода по окончанию шва или в случае вынужденного перерыва в сварке. **Непровар вершины угла** – не сплавление или отсутствие расплавления кромок в месте пересечения оплавливаемых поверхностей, а также недостаточная глубина проникновения расплавленного

металла в тавровых, угловых и нахлесточных соединениях. **Наплавыв или па-теки** – излишне наплавленный металл около кромок валика шва, стекший в процессе сварки на непрогретый основной металл и не сплавившийся с ним. **Проплавы в стыковых и угловых соединениях** – выход расплавленного металла с обратной стороны сварного соединения.

При контактной сварке основные дефекты следующие: **непровар** – отсутствие или малый размер литой зоны; паружные или внутренние выплески металла: вмятины на основном материале, превышающие установленные размеры; прожоги, трещины, поры, раковины.

В авиационной промышленности для каждого вида сварки, в зависимости от категорий сварных соединений и материалов, разработаны нормы дефектов, допустимых в сварных соединениях без исправления и допустимые к исправлению. Кроме того, для конкретных сварных конструкций могут быть установлены нормы дефектов применительно к данной конструкции.

8.7. Пайка металлов

Сущность, особенности и разновидности пайки. Пайкой называют технологический процесс, при котором неразъемное соединение с межатомной химической связью осуществляется посредством заполнения жидким припоем зазора между предварительно нагретыми, но твердыми деталями.

Припой – металлический сплав (иногда чистый металл), который имеет температуру плавления ниже температуры плавления соединяемых пайкой металлов.

Температура пайки на 50-100°C превышает температуру плавления припоя, поэтому, выбирая тот или иной припой, можно менять температуру пайки в очень широких пределах. При пайке отсутствует пластическое деформирование деталей. С помощью пайки достаточно прочно получить детали, не требующие последующей механической обработки и удовлетворяющие высоким требованиям точности. Пайка характеризуется более широкими возможностями в отношении соединения разнородных материалов – не только металлических, но и металлов с керамикой, стеклом, графитом.

При пайке образование межатомных связей всегда сопровождается побочными процессами, от которых зависит качество паяных соединений (прочность, плотность, коррозионная стойкость). Такими процессами являются:

- растворение соединяемых металлов в припой (эрозия основного металла). В результате изменяются химический состав припоя, температура его плавления, структура и механические свойства паяного шва;
- диффузия элементов припоя в основной металл. Это приводит к изменению химического состава и механических свойств околошовных зон;
- образование химических соединений из элементов, входящих в состав припоя и основного металла – интерметаллидов, которые снижают пластичность и прочность паяных соединений.

Важную роль при пайке играет смачиваемость поверхности детали припоем. Наличие на поверхности окисных, жировых и других посторонних пленок резко ухудшает смачиваемость, поэтому детали перед пайкой обязательно проходят механическую или химическую очистку, а пайку производят либо с применением флюсов, либо в камерах с защитой нейтральной или активной атмосферой.

Современные разновидности пайки классифицируют по следующим признакам:

- температура пайки;
- способ нагрева детали;
- способ защиты металла от окисления и удаления поверхностных пленок в процессе пайки.

Принято различать пайку мягкими и твердыми припоями. Температура плавления мягких припоев, а соответственно, и пайки ниже 450°C , твердых – выше 450°C .

Нагрев при пайке бывает местным и общим. Местный нагрев осуществляют паяльником, пламенем газовой горелки, индукционным нагревом, электросопротивлением.

Разновидности общего нагрева: печная пайка (нагрев в печах), пайка погружением (ванны расплавленных солей).

В зависимости от физического или химического процесса получения паяного соединения проводятся:

- капиллярная пайка. Припой при расплавлении проникает в зазор паяемых деталей;
- металлокерамическая пайка. Припой с более тугоплавким наполнителем, чем припой, заранее закладываемый в зазор паяемых деталей;
- контактно-реактивная пайка. Припой наносится на поверхности паяемых деталей заранее, например, с помощью гальванопокрытий;
- пайка самофлюсующимися припоями. Пайку производят без применения флюса, припоями заранее легированными элементами, реагирующими с окислами.
- диффузионная пайка. Пайка происходит за счет взаимной диффузии соединяемых металлов и припоя.

Виды паяных соединений и их прочность. При пайке предел текучести, временное сопротивление разрыву паяного соединения меньше, чем у соединяемых металлов, поэтому равнопрочное соединение можно получить только при соединении внахлестку, увеличивая площадь нахлестки (рис. 8.4, а).

Равная прочность конструкции при соединении встык (рис.8.5,б) достигается увеличением площади поперечного сечения в месте спая или образованием косых стыков.

Равная прочность при пайке чистых металлов достигается за счет применения припоев на основе этих же металлов, но большей прочности. В этом случае не требуется развитой поверхности.

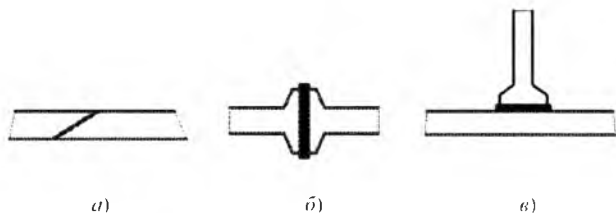


Рис. 8.4. Виды паяных соединений: *а* — внахлестку;
б — встык; *в* — угловое.

Высокая прочность спая достигается при пайке диффузионным методом тугоплавкими припоями. Например, пайка титана ОТ4-1 с нанесенным на место пайки с помощью термовакуумного напыления серебра.

Важнейший фактор, влияющий на пайку — это величина зазора. С увеличением зазора прочность падает и приближается к прочности припоя. С уменьшением зазора прочность соединения увеличивается — это связано с эффектом контактного упрочнения металла шва, вызванного затруднением его пластического деформирования из-за жестких стенок основного металла, однако зазор должен быть уменьшен до определенной величины, так как в очень узких зазорах может образоваться непрой и уменьшается прочность.

При пайке зазоры обычно назначаются в пределах 0.05-0.25 мм, а чистота обработки поверхности — класс У5- У8.

Прочность паяных соединений может оказаться заниженной в результате образования в нем дефектов: трещин, пор, непропаев.

Правильное проектирование соединений, подбор припоев, флюсов, тщательная подготовка поверхностей, контролируемый нагрев и время пайки — залог получения доброкачественных соединений при пайке.

В авиационной промышленности пайка находит применение в авиационном приборостроении. При производстве самолетов пайка применяется в основном при изготовлении жгутов электро- и радио-аппаратуры .

8.8. Характеристика клеев и области их применения

Клеевые соединения находят все более широкое применение в самолетостроении. В основу процесса склеивания положено явление адгезии, т.е. способность некоторых веществ органического и неорганического происхождения прилипать к поверхности других материалов (металлических и неметаллических).

Склеивание происходит при определенных для данной марки клея температуре, давлении и времени выдержки. В результате возникающих при взаимодействии клея со склеиваемыми поверхностями физико-химических процессов образуется клеевая пленка с механической прочностью (когезией), необходимой для передачи усилий при нагружении конструкций. В результате склеива-

ния обеспечивается равномерное распределение напряжений при нагружении, гладкость поверхностей, герметичность швов, уменьшение веса, снижение трудоемкости и стоимости работ, высокая коррозионная стойкость и возможность соединения разнородных материалов.

К недостаткам клеевых соединений относятся:

- сравнительно невысокая их теплостойкость;
- относительно низкая прочность;
- снижение прочности соединений вследствие «старения» клеевой пленки;
- необходимость нагрева конструкций для термической обработки клея;
- длительность цикла изготовления.

Склеивание – создание неразъемного соединения из разнородных или однородных материалов с помощью клея.

Клей (адгезив) – вещество, при помощи которого осуществляется прочное соединение приведенных в контакт склеиваемых поверхностей.

Клеевое соединение – место контакта деталей через клеевой шов. Классификация клеев:

- а) по прочности: конструкционные и общего назначения;
- б) по температуре отверждения: холодного – до 25°С, умеренного – 25-100°С, горячего – выше 100°С отверждения;
- в) по отношению к воде или другим внешним воздействиям: неустойчивые, кратковременно устойчивые, устойчивые.

Марка клея выбирается и назначается разработчиком изделия.

Под понятием «конструкционный» понимают клей, работающий в силовых узлах и соединениях деталей. Неконструкционный клей применяется для временного крепления деталей или в ненагруженных узлах.

Выбор клея для того или иного вида соединения и условий работы производится с точки зрения его прочностных и технологических свойств. Марки клеев разбиты на группы по области их преимущественного целевого назначения.

Группа 1. Для склеивания металлов между собой и с конструкционными неметаллическими материалами (БФ-2, БФ-4, ВС-10Т, ВК-32-200, ВК-3, К-153, Л-4, ВК-9, ПУ-2, ВК-5, ВК-27).

Группа 2. Для приклеивания теплоизоляции, тканей и декоративно-облицовочных материалов к металлам и конструкционным неметаллическим материалам (ВК-11, ПУ-2М, ПК-10, ВК-32-2, 88НЦ).

Группа 3. Для склеивания неметаллических материалов (древесины, стеклопластиков, текстолитов, пенопластов и др. пористых материалов) (ВИАМ-БЗ, ПУ-2, ВУ-22, ВК-5, ВК-11, ФР-12).

Группа 4. Для склеивания органического стекла и приклеивания к нему других материалов (В-31-Ф9, ПУ-2, ВС-1 ОТ, ВК-9).

Группа 5. Клеи резиновые:

- а) для склеивания резин с металлом (Кр-5-18;88 НП, лейконат, КТ-30)
- б) для склеивания резин и резинотканевых материалов (Кр-6-18, 4НБув, ВКР-7);
- в) для предохранения резин от светозонного старения (23-СА, ВКР-8).

8.9. Технология склеивания

Для клеев, состоящих из двух и более компонентов, необходимо провести тщательное смешивание и убедиться в однородности клеевой массы. Контролируют технологические свойства клеев: жизнеспособность, концентрацию, вязкость или текучесть, соответствий с техническими условиями.

Склеивание проводят в чистом, сухом и светлом помещении, температура воздуха не должна быть ниже 20° С, относительная влажность воздуха не выше 75%.

Типовой технологический процесс склеивания приведен на рис. 8.5.

Подготовка поверхности заготовок и деталей к склеиванию:

1. Поверхность склеиваемых заготовок необходимо тщательно пригонять друг к другу.

2. Не допускать зазоры между склеиваемыми поверхностями более 0.05мм. При наличии больших зазоров получают утолщенные клеевые прослойки с пониженной прочностью или непроклей.

3. Заготовки и детали из алюминиевых сплавов, подлежащих склеиванию, должны быть анодированы. Анодирование проводить непосредственно перед склеиванием после подгонки всех склеиваемых заготовок и проверки качества их прилегания.

4. Поверхность заготовок и деталей из конструкционных сталей перед склеиванием подвергать оцинкованию или кадмированию с последующим пассивированием.

5. Поверхность заготовок и деталей из стеклотекстолита обработать шлифовальной шкуркой на бумажной или тканевой основе до равномерной шероховатости.

6. Поверхность заготовок и деталей из титановых сплавов подвергать пескоструйной обработке.

Детали на склеиваемых поверхностях, на которых имеются масляные или лакокрасочные пятна и другие загрязнения, склеивать не разрешается.

Качество клея. Клеи, поступающие на предприятия в готовом виде, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов. Они могут быть использованы только в течение их жизнеспособности. Загустевшие клеи для склеивания не пригодны, разбавлять их свежеприготовленными клеями или растворителями не допускается.

Нанесение клея. В зависимости от конфигураций поверхности, вязкости клея, а также удобства и быстроты нанесения могут применяться различные приспособления и способы нанесения: кистью, шпателем, роликом, специальными клеенаносящими устройствами, в электростатическом поле и пульверизаторами.

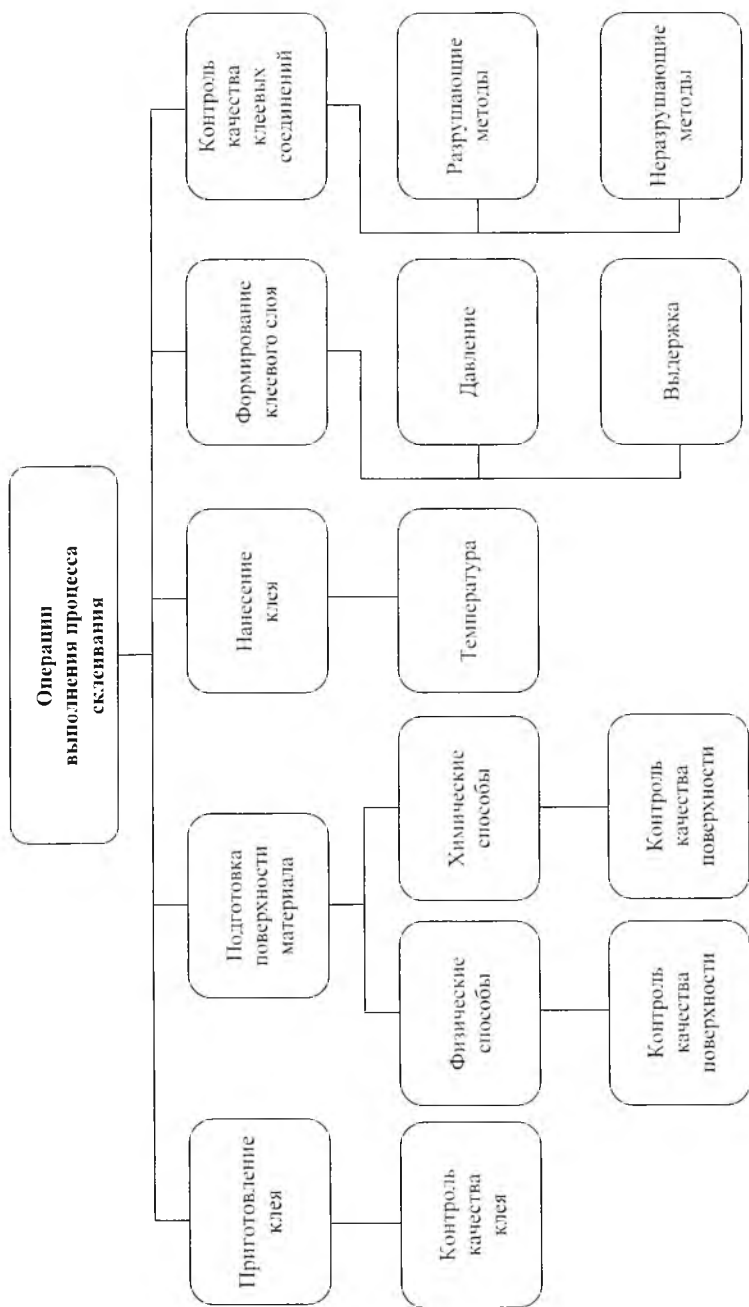


Рис. 8.5. Типовые технологические операции при выполнении процессов склеивания деталей

затором. При нанесении клея кисть, шпатель, ролик необходимо двигать в одну сторону во избежание вспенивания. Жидкие клеи наносятся равномерным слоем на обе склеиваемые поверхности, при склеивании сотового заполнителя из фольги можно применять одно- и двустороннее нанесение.

После нанесения клея для удаления растворителей применять открытую выдержку.

Запрессовка и выдержка склеиваемых деталей. Запрессовку склеиваемых деталей проводить в пневматических, гидравлических и винтовых прессах или автоклавах, а также с помощью вакуумных приспособлений. В серийном производстве рекомендуется автоматизировать процесс склеивания. В процессе запрессовки и выдержки необходимо контролировать распределение давления по всему склеиваемому изделию, отсутствие перекаса «сдвига склеиваемых элементов, соблюдение норм удельного давления, температурного режима склеивания и времени выдержки склеенных изделий перед обработкой.

Контроль склеенных деталей и дефекты склеивания. После каждой операции склеивания контролируется качество склеивания следующими методами:

- осмотром фуг по внешнему виду невооруженным глазом или через лупу;
- акустическим импедансным методом;
- простукиванием;
- испытание образцов, изготовленных из припусков деталей (там, где это возможно).

Вид испытания устанавливается главным конструктором изделия.

При несоблюдении правил склеивания и при применении некачественного клея в склеенных изделиях могут иметь место дефекты. К наиболее возможным дефектам склеивания и причинам их образования относятся:

- слабое сцепление (пониженная прочность клеевого соединения, имеющая место в результате загрязненных поверхностей, неплотной подгонки склеиваемых поверхностей, несоблюдения температуры нагрева и времени выдержки под давлением, применение некачественного клея);
- местные непроклеи, являющиеся результатом неплотной подгонки склеиваемых поверхностей друг к другу, недостаточное давление, а также чрезмерное удлинение открытой и закрытой выдержки клеев;
- пористые и утолщенные клеевые прослойки, обладающие пониженной прочностью;
- пережоги, высокая температура нагрева.

Глава 9

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

9.1. Поверхностное упрочнение высокопрочных материалов

Прогресс техники, как известно, в значительной степени зависит от повышения физико-механических свойств конструкционных материалов и улучшения технологии их обработки.

Однако повышение прочности материалов – сталей и сплавов приводит к повышению их чувствительности к концентрации напряжений и поверхностным дефектам. Чтобы эффективно использовать в авиационной технике высокие значения механических свойств металлов, необходимо всемерно повышать их конструкционную прочность. Конструкционная прочность – это сложная характеристика, которую нельзя оценить каким-либо одним универсальным параметром, например, удельной прочностью. Она зависит не только от природы самого материала, но и от условий его работы, в особенности от рабочей среды, формы и размеров детали. Огромное значение в этом плане имеет технология изготовления деталей.

Условия работы авиационной техники, где запасы прочности малы, существенно отличаются от условий работы машин и механизмов общего машиностроения, которые проектируются со значительно более высокими коэффициентами безопасности. Авиационные конструкции испытывают многократно повторяющиеся высокие нагрузки при взлете, посадке, маневрировании, при полете в беспокойном воздухе и т.д. Существует немало методов повышения конструкционной прочности металлов и изделий из них. Поверхностное упрочнение является одним из таких методов. Как известно, можно говорить о трех наиболее важных эффектах поверхностного упрочнения. Первый эффект заключается в создании на поверхности деталей остаточных сжимающих напряжений. С другой стороны, происходит улучшение свойств поверхностного слоя, повышается твердость, прочность, сопротивление отрыву. И, наконец, третий эффект – поверхностный: наклеп – обеспечивает наиболее благоприятный микрорельеф поверхности.

Чаще всего главная роль в повышении усталостной прочности деталей отводится остаточным сжимающим напряжениям, что имеет место при невысоком уровне переменных напряжений.

Однако результаты многолетних исследований, выполненных НИАТ применительно к условиям работы авиационных конструкций, позволяют считать, что в малоцикловой области при высоких повторных нагрузках наиболее важным фактором, обуславливающим повышение долговечности высокопрочных материалов, является радикальное улучшение микрорельефа поверхности.

Анализ эксплуатационных разрушений деталей самолета показывает, что в большинстве случаев они имеют характер малоцикловой усталости.

Среди аварийных деталей можно также наблюдать случаи статического разрушения как результат коррозии под напряжением. Реже поломки происходят вследствие контактной усталости или же замедленного хрупкого разрушения, не связанного с коррозионными эффектами.

Эксплуатационные разрушения, как правило, зарождаются в местах концентраций напряжений. Опыт показывает, что большинство эксплуатационных поломок можно предупредить, используя различные методы поверхностного упрочнения. В первую очередь, это относится к различного рода вырезам под люки, облегчающим отверстия под смазку, галтельным переходам и др.

Накопленный в настоящее время обширный теоретический и экспериментальный материал подтверждает, что долговечность изделий определяется не только их рациональной конструкцией и качеством материала, но и в значительной степени зависит от технологических процессов, определяющих собой качество поверхностного слоя деталей.

Одним из технологических путей повышения долговечности современных изделий авиационной техники является поверхностное упрочнение деталей пластическим деформированием.

Поверхностное упрочнение, за счет создания стабильных напряжений сжатия, наклепа, благоприятного микрорельефа поверхности, повышает по сравнению с механической обработкой выносливость деталей в 2-2.5 и более раз. Поверхностное упрочнение частично или полностью снимает вредное для выносливости деталей влияние конструктивных концентраторов напряжений, покрытий, коррозионных сред.

Поверхностное упрочнение позволяет механизировать трудоемкие ручные операции по зачистке поверхностей деталей после точения и фрезерования, повышая при этом выносливость деталей более чем в 2 раза, чистоту поверхности – на 2-3 класса, производительность труда – до трех раз.

Практика показывает, что шлифование титановых сплавов приводит к значительному снижению их выносливости, и поверхностное упрочнение оказывается единственным эффективным процессом финишной обработки деталей из этих сплавов.

Установлено, что каждому значению толщины стенки, радиуса галтели, глубины надреза, жесткости элемента детали соответствуют свои оптимальные величины остаточных напряжений, наклепа и глубины их залегания. Следовательно, для обеспечения факсимильной выносливости деталей ставится необходимая разработка таких способов упрочнения и оборудования, которые способны сообщать упрочняющему телу различные уровни энергии и изменять условия обработки при переходе от одного элемента поверхности к другому.

Разнообразие деталей не позволяет, однако, рассматривать тот или иной способ упрочнения и вид оборудования в качестве универсального.

К настоящему времени НИИТ и рядом предприятий разработаны способы упрочнения и создано оборудование, что позволило охватить этим прогрессивным технологическим процессом подавляющее большинство деталей.

9.2. Способы и оборудование для упрочнения деталей

Дробеструйная обработка. Дробеструйная обработка применяется для упрочнения поверхностей деталей из алюминиевых сплавов типа Д16Т, АК4-1Т1, В93Т1, В95Т1, АК-6Т1 и других с целью повышения их долговечности, обеспечения надежности и повышения ресурса конструкции.

Дробеструйному упрочнению подвергаются: панели, лонжероны, силовые нервюры, пояса, стрингеры и др. детали с толщиной полотна от 1.0 мм и более; и детали типа обшивок, которые подвергаются размерному травлению.

Упрочнению подвергаются также места закрепления деталей, прошедшие упрочнение другими способами, и места доработки деталей, на которых упрочненный слой снят при подгоночных работах или повреждениях.

Для дробеструйного упрочнения используются:

- модернизированная установка типа БДУ-Э2М (беспыльная дробеструйная установка) с диапазоном рабочего давления 0.6-4 кг/см, имеющая диаметр факела струи дроби 40-60 мм;
- камерная установка типа ДОК-1 (дробеструйная обитаемая камера). В качестве рабочей среды при дробеструйном упрочнении применяется литая дробь из углеродистой стали диаметром 0.6-1.2 мм или из пержавающей стали.

Виброударное упрочнение. Виброударное упрочнение применяется для деталей из конструкционных сталей, титановых и алюминиевых сплавов с целью повышения предела усталостной прочности и долговечности работы деталей при циклических нагрузках.

Виброударное упрочнение производится на машинах типа ВУД-2500 (габариты установки 3150х1000х1200), снабженных вибраторами, сообщающими механические колебания контейнеру, с обрабатываемыми деталями и рабочей средой (стальными полированными шариками диаметром 4-7 мм), с амплитудой колебания 5.5-6.5 мм и циклической частотой колебаний 21 Гц.

Особенностью виброударного упрочнения на вибромашинах типа ВУД с круговой траекторией колебания является то, что рабочая среда, движущиеся частицы которой не имеют жесткой связи между собой, легко обтекает деталь любой формы, что обеспечивает достаточную равномерность обработки и возможность упрочнения деталей сложных форм. Под действием механических колебаний рабочая среда приобретает энергию, достаточную для осуществления пластического деформирования поверхностного слоя деталей в точках соприкосновения.

Поверхностное упрочнение деталей позволяет значительно увеличить их долговечность (в 2-3 раза) при повторных нагрузках. Оно также весьма эффективно используется как подготовка поверхности перед хромированием. Долговечность хромированных деталей из высокопрочных сталей, предварительно подвергнутых поверхностному упрочнению, увеличивается в 5-8 раз, а также значительно устраняется опасность появления трещин в процессе хромирования.

Поверхностное упрочнение перед аподированием и нанесением лакокрасочного покрытия обеспечивает повышение пределов коррозионной усталости в 3-5 раз.

Виброабразивная обработка. Виброабразивная обработка – виброшлифование деталей абразивными телами из конструкционных сталей, титановых и алюминиевых сплавов для увеличения предела усталостной прочности и долговечности работы деталей при циклических нагрузках.

Под действием механических колебаний рабочая среда (байкалит 15-20, ПРТ 15х15, 10х20 – абразивные тела) приобретает энергию, достаточную для осуществления пластического деформирования поверхностного слоя деталей, сопровождающегося микрорезанием и наклепом в точках соприкосновения.

Обладая высокой относительной подвижностью, вибрирующие частицы рабочей среды заполняют все полости и вступают в контакт со всеми фасонными наружными и внутренними поверхностями деталей, что обеспечивает достаточно равномерное формирование их микрорельефа и упрочнение.

Виброабразивная обработка деталей осуществляется в виброобрабатывающих машинах типа ВУД-4000 (габариты установки 4200х2130х1200), сообщающими механические колебания контейнеру с обрабатываемыми деталями и рабочей средой, с амплитудой 2.5-3 Ом и циклической частотой колебаний 24-27 Гц.

При виброшлифовании деталей значительно улучшается качество их поверхностного слоя: снижается высота микронеровностей с округлением их выступов и впадин, образуются направленные следы обработки и остаточные напряжения их сжатия.

Улучшение качественных показателей позволяет повысить предел усталостной прочности деталей на 30-40% и увеличить их долговечность в 2-3 раза.

Пневмодинамическое упрочнение. Пневмодинамическим способом производится упрочнение деталей из конструкционных и высокопрочных сталей, титановых и алюминиевых сплавов на установках типа УПДУ, или пневмоустройств.

Сущность пневмодинамического способа заключается в том, что под действием струи сжатого воздуха, под давлением 245.0-490.0 кПа (2.5-5.0 кгс/см²), стальные шарики (диаметром 1.5-4.0 мм) приобретают кинетическую энергию и при соударении о поверхность обрабатываемой детали производят упруго-пластическое деформирование – наклеп.

Упрочнение поверхностей деталей производят с целью повышения усталостной прочности, долговечности и коррозионной стойкости в условиях эксплуатации.

На установках типа УПДУ может производиться поверхностное упрочнение одной или нескольких деталей, а пневмоустройствами (типа ППД-50 или ППЦ-85 и др.) – местное упрочнение поверхности детали.

При пневмодинамическом способе используется принцип постоянного изолирования объема. Местное упрочнение применяется для обработки как внутренних, так и наружных поверхностей деталей.

Упрочнение раскаткой и обкаткой. Упрочнению раскаткой и обкаткой роликами подвергаются внутренние и наружные цилиндрические поверхности деталей. Повышение несущей способности и чистоты цилиндрической поверхности, а также калибрование отверстий с успехом достигаются раскаткой роликовыми раскатниками и обкаткой роликовыми обкатниками. Одним из главнейших преимуществ этого способа является получение чистой, не шаржированной поверхности, что наблюдается при чистовой абразивной обработке.

Разработанные режимы упрочнения и инструмент позволяют обрабатывать отверстия диаметром от 6 до 170 мм и обкатывать цилиндрические поверхности, галтели, проточки и канавки резьб диаметром до 90 мм и более.

Для внедрения процесса не требуется специального оборудования. В настоящее время упрочнению подвергаются отверстия не только в отдельных деталях, но и в узлах и в смешанных пакетах. В результате раскатывания износостойкость бронзовых втулок деталей повышается более чем в 10 раз, площадь прилегания поверхности отверстия достигает 95%. Раскатывание и обкатывание обеспечивают шероховатость поверхности $Ra\ 0.20\text{—}0.05$ (9-й-11-й класс чистоты) в деталях из алюминиевых и титановых сплавов и сталей.

Алмазное выравнивание. Одним из видов отделочно-упрочняющей обработки деталей является выравнивание поверхности деталей из высокопрочных сталей кристалльным алмазным инструментом, заправленным по сфере или цилиндру с радиусом 1-3 мм и шероховатостью поверхности $Ra\ 0.012\text{--}0.010$ (чистой 13-14). Благодаря высоким физико-химическим свойствам алмаза – износостойкости, теплостойкости и теплопроводности, низкому коэффициенту трения в паре с металлами (0.04-0.08), этот метод при небольших усилиях и затратах энергии обеспечивает высокую производительность и качество обработанной поверхности. Выравнивание производится на токарных, сверлильных или расточных станках с помощью наконечника с кристаллом алмаза 0.4-0.8 карата, установленного в тарированной пружинной оправке с приложением радиальной силы $P_y=26\text{--}35\text{ кг}$. Поверхность под выравнивание подготавливают точением или шлифованием с шероховатостью $Ra\ 0.6\text{--}0.20$ (чистотой 6-9). После алмазного выравнивания поверхности высота неровностей уменьшается в десятки раз по сравнению с исходными; шероховатость уменьшается до $Ra\ 0.10\text{--}0.012$.

Микрорельеф характеризуется большим заполнением профиля металлом, в 2-4 раза увеличивается опорная площадь поверхности по сравнению со шлифованием. Все это значительно повышает жесткость контактных стыков, надежность прессовых и переходных посадок, снижает концентрацию напряжений у поверхности.

Поверхностные слои детали значительно упрочняются, в них возникают высокие сжимающие остаточные напряжения и повышается усталостная прочность.

Долговечность выглаженных деталей увеличивается более чем в 5 раз, а применение алмазного выравнивания поверхности перед хромированием повышает долговечность в 40 раз.

Дробеметное упрочнение. Дробеметное упрочнение деталей проводится после окончательной механической обработки, формообразования, зачистки поверхности и комплектации в стапеле сборки, на специальной дробеметной установке типа УДП-2-3.5.

Дробеметное упрочнение осуществляется путем соударения потока дроби с поверхностью обрабатываемой детали, установленной напротив дробеметного аппарата. Дробь приводится в движение лопастями вращающегося ротора (дробемета).

Упрочнение детали происходит в результате поверхностного пластического деформирования, возникающего от воздействия потока дроби на деталь и вызывающего улучшение параметров качества поверхностного слоя, возникновение остаточных, сжимающих напряжений, повышение микротвердости, улучшение микрогеометрии.

Обработка дробью характеризуется локальностью пластического деформирования поверхности детали и состоит в сложном взаимодействии многократных первичных деформаций прямого нагружения, разгрузки и вторичных деформаций последующего нагружения.

Основные технические характеристики установки УДП-2-3,5

Наибольшие размеры упрочняемой детали, мм	35000x3500x500
Наибольший вес упрочняемой детали, кг	4000
Число дробеметных аппаратов, шт.	12
Скорость вылета дроби, м/с	15-53
Производительность дробеметного аппарата, кг/мин	250
Количество загружаемой дроби в установку, кг	18000
Диаметр используемой дроби, м	0,6-1,2
Скорость передвижения конвейера, м/мин	0-5
Режим работ	автоматически (по программе)
Число режимов в цикле обработки	10
Габаритные размеры установки, мм	94200x9000x8100

Оборудование оснащено фильтрами и предусматривает в процессе обработки непрерывное удаление образующейся металлической пыли из зоны обработки и ее улавливание.

Для обеспечения упрочнения деталей на дробеметной установке и их последующего контроля имеется следующее вспомогательное оборудование:

- подъемно-транспортное для установки и снятия деталей с рольганга (конвейера);
- корзина расчетных сечений (КРС) с набором шаблонов контрольных сечений (ШКС) деталей, предназначенных для упрочнения;
- емкости для хранения дроби;
- установка для просеивания дроби.

В качестве рабочих тел при дробеметном упрочнении деталей применяется стальная литая дробь ДСП 05 365 ГОСТ 11964-81 диаметром 0,6-0,8 мм из мартеновской стали (ТИ-20-1-78).

9.3. Особенности упрочнения длинномерных тонкостенных деталей

Особенностью упрочнения длинномерных тонкостенных деталей является наличие поводок – изменений их форм и размеров. Причина этого явления – внутренние силы, возникающие в сечении при обработке дробью каждой стороны детали. Внутренние силы (первоначально неуравновешенная эпюра остаточных напряжений по высоте сечения детали) приводятся к равнодействующей, положение которой по высоте сечения вызывает увеличение размеров (когда равнодействующая внутренних сил совпадает с центром тяжести сечения детали), либо к увеличению размеров и изменению форм (когда равнодействующая внутренних сил не совпадает с центром тяжести сечения детали).

Изменение формы зависит от режимов обработки, их соотношения с жесткостью детали, схемы обработки, условий заделки обрабатываемой детали.

Увеличение линейных размеров деталей при упрочнении обратно пропорционально толщине сечения, а изменение кривизны детали обратно пропорционально квадрату толщины сечения.

Выбор режимов упрочнения, их эффективность. При известном диаметре дроби и принятой настройке дробестетов выбор режимов упрочнения включает в себя:

- назначение скорости продольной подачи конвейера или рольганга;
- назначение интенсивности упрочнения каждой стороны детали по участкам;
- оценку эффективности упрочнения.

Скорость продольной подачи конвейера или рольганга определяется из условий обеспечения гарантированного укрытия обрабатываемых поверхностей отпечатками дроби – сплошности обработки. Гарантированная сплошность обработки должна составлять не менее 85% на любом из участков детали, находящейся в рабочей зоне воздействия потока дроби. Она обеспечивается расчетом и контролируется по утвержденному контрольному образцу сплошности обработки.

Интенсивность упрочнения, измеряемая стрелой прогиба контрольных пластин, зависит от конструкции детали и определяется дифференцированием для каждой ее стороны, исходя из требований сохранения исходной геометрической точности формы и одинакового удлинения одноименных участков собираемых между собой деталей.

При упрочнении стрингерных панелей крыла, имеющих поперечную кривизну, полученную прессовым методом, необходимо учитывать поле остаточных напряжений, создаваемых прессовой гибкой, и их влияние на внутренние силы, формируемые обработкой дроби.

При одинаковой интенсивности упрочнения стороны теоретического контура (ТК) и стрингерного набора (СН), внутренние силы, формируемые со стороны СН, будут больше внутренних сил, формируемых на стороне ТК, что может привести к частичному разгибу панели (уменьшению поперечной

кривизны). Поэтому интенсивность упрочнения со стороны ТК должна превышать интенсивность упрочнения со стороны СН.

По проектным режимам с использованием методик, разработанных НИАТ, может быть выполнен проверочный расчет деформационных поводок упрочненных деталей – удлинение и отклонение контура от шаблонов ШКС стенда КРС.

Оценка эффективности упрочнения производится НИАТ на основании усталостных испытаний образцов, обработанных на режимах упрочнения конкретных деталей.

Эффективность результатов дробеметного упрочнения. Поверхностное упрочнение деталей из алюминиевых сплавов дробеметным способом на установке УДП-2-3.5 проводится с целью повышения усталостной прочности и сопротивления коррозии и приводит к значительному повышению статической выносливости. Так, усталостная долговечность в малоцикловой области увеличивается в результате дробеметного упрочнения в 2.5-3 раза. Пределы усталости алюминиевых сплавов возрастают в результате дробеметного упрочнения на 30-40%. Значительно увеличивается ресурс изделий.

По сравнению с другими типами оборудования и способами упрочнения (вибронаклеп, виброшлифование, дробеструйное, пневмодинамическое) дробеметное в 2-3 раза производительнее, а по возможности упрочнения длинномерных и крупногабаритных деталей специальная дробеметная установка УДП-2-3.5 не имеет аналогов в государствах СНГ.

Дробеметная установка УДП-2-3.5 позволила внедрить на ГАО «ТАПО-иЧ» технологию упрочнения длинномерных и крупногабаритных профилей и панелей крыла изделий Ил-76МД, Ил-78, Ан-124, Ан-225, Ил-114, Ан-70, Ил-76МФ, Ил-114Т, Ил-76ТФ.

Глава 10

СБОРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

10.1. Сборка узлов, панелей люков и дверей

К плоским каркасным узлам планера самолета относятся узлы типа шпангоутов, лонжеронов и нервюр, которые являются внутренними каркасными компонентами, обеспечивающими жесткость конструкции и воспринимающими различные статические и динамические нагрузки.

Шпангоуты (нервюры) являются поперечным набором фюзеляжа, крыла. Их сборку ведут различными способами в зависимости от конструкции, габаритов и требований к точности обводов.

Простые (типовые) шпангоуты (нервюры) или части шпангоутов, в конструкцию которых входят лёгкие, штампованные из листа элементы при невысоких требованиях к точности контуров, собирают на простых столах по СО.

Для сборки более сложных крупногабаритных шпангоутов или их частей применяют простые приспособления, представляющие собой фанерные или металлические плазы с установленными на них ограничителями, фиксаторами и прижимами.

Ограничители устанавливаются по ШК или опечатку на листе плаза и служат для точного положения элементов шпангоута, которые прижимают к ограничителям прижимами и фиксируют по КФО через фиксаторы. Такие плазы для экономии производственной площади делают двусторонними. Они бывают переносными или устанавливаются в поворотные приспособления.

Силовые шпангоуты или части простых шпангоутов собирают в стационарных стапелях более или менее сложной конструкции. Изделия в стапеле для экономии производственной площади располагают преимущественно вертикально. С помощью фиксаторов и зажимов в стапеле надёжно закрепляют контурные элементы, а также стыковые узлы, используя специальные плиты разъёма при фланцевых соединениях или выдвижные фиксаторы для соединений типа «ухо-вилка». Внутренние элементы набора шпангоута обычно собирают по СО и фиксируют по КФО.

Стационарные стапели для сборки шпангоутов самолета Ил-114 выполнены рамной конструкции. Рамы сварены из швеллеров различного сечения, в зависимости от габаритов собираемого шпангоута.

Контурные элементы прижимаются к ложементам, устанавливаемым на раму по БО и отстыкованным от макетов шпангоутов.

Наряду с рамными конструкциями стационарных стапелей применяют стационарные, горизонтально расположенные стапели. Силовым рабочим элементом таких стапелей является плита, на которой в свою очередь устанавливаются ограничители с прижимом и фиксаторы.

Плиты устанавливаются на универсальные блоки колонн или сварные стойки.

Сборка панелей фюзеляжа и крыла. Панели, не связанные с внешними контурами фюзеляжа, собираются в приспособлениях – плаз-столах.

Плаз-стол представляет собой сварную раму из стальных угольников (для сборки больших панелей) или лист металла (для сборки небольших по габариту панелей). На раме или листе крепятся упоры, определяющие габаритные размеры панелей и расположение внутреннего набора, а также рисунок панели (отпечаток с плаза).

Панели собираются на технологический крепёж. Сверление и клёпка, как правило, производятся вне приспособления на ручных или стационарных прессах.

Панели носовой и хвостовой частей фюзеляжа, связанные с наружным обводом, состоят из обшивок двойной кривизны и имеют изогнутый, не только поперечный, но и продольный набор. При сборке панелей фюзеляжа принята схема сборки от наружной поверхности обшивки с фиксацией продольного набора по СО.

Сборка образцовых обшивок с продольным набором производится в специальном стапеле, что обеспечивает взаимозаменяемость заготовок обшивок и стрингеров, поступающих на сборку. Заготовки обшивок и стрингеров собираются в сборочном цехе на козелках на технологические винты по СО. Собранную обшивку со стрингерами устанавливают в стапель и крепят по базовым отверстиям (БО) к ложементам.

Стапель сборки панелей состоит из каркаса, ложементов, рубильников, плиты по технологическому разъёму и закреплённых на ложементах и рубильниках фиксаторов, упоров для установки и контроля внутреннего набора.

Каркас небольших стапелей изготавливается рамной конструкции из стальных швеллеров, сваренных в коробку. Устанавливается такой каркас на стойках, выполненных заодно с рамой. Каркас больших стапелей состоит из балок, сваренных из швеллеров в коробку и имеющих опорные площадки для установки на стойки. Стойки могут быть сварными или из нормализованных блоков.

На раме или балках залиты вилки, в которые устанавливаются плиты, ложементы и рубильники по всем дистанциям шпангоутов (поперечного набора).

Плита по технологическому или конструктивному разъёму выполнена из стального или дюралевого листа с отверстиями для крепления технологических угольников или фиксации обреза обшивки панели и торцов стрингеров.

Собранная обшивка со стрингерами крепится к технологическим угольникам по стрингерам и отверстиям крепления стыковой ленты.

Ложементы выполнены по наружному контуру обшивки и имеют по контуру уголки для крепления обшивки. Ложементы, как правило, не откидываются, но могут быть съёмными.

Рубильники выполнены эквидистантно наружному контуру, являются фиксаторами по дистанции поперечного набора и несут на себе фиксаторы КФО, прижимы и другие элементы для определения положения и прижима поперечного набора. Рубильники, имеющие значительную длину, для обеспечения поперечной жёсткости соединены фиксированными съёмными распорками с плитой по технологическому разъёму.

Сборка панелей Ф-2. Панели Ф-2 собираются в приспособлениях – стапелях.

Приспособления для сборки панелей Ф-2 рамного типа. Они состоят из вертикальной рамы, на которую закреплены вилки и уши рубильников и ложементов, необходимые для фиксации панелей по теоретическому контуру фюзеляжа. Рубильники и ложементы установлены соответственно дистанциям шпангоутов фюзеляжа в системе основных баз ОСС и ОС. На ложементах имеются флажки для фиксации ободов шпангоутов по КФО в системе баз ОСС и ОС. В зоне разъёма для фиксации панели имеется стальная плита, дающая плоскость по обрезу обшивки в зоне стыка Ф-2 с Ф-1 и Ф-2 с Ф-3, на которой установлены ложементы из Д-16Т по наружному контуру обшивки. Стрингеры фиксируются по торцам и по контуру. На плите предусмотрена крепление технологических угольников для фиксации панели по стыку Ф-2 и транспортировки панели.

Рама сварная, изготовлена из нормализованных стальных балок, на которых расположены по дистанциям шпангоутов стаканы для заливки цементом НИАТМЦ вилок и ушей крепления рубильников и ложементов. Заливка рамы производится на инструментальном стенде (ИС) в системе баз ОСС и ОС, а сверление отверстий для соединения производится на плазе-кондукторе (ПК) с точностью 0.05 мм.

Приспособление устанавливается в цехе, согласно планировке и крепится к полу фундаментными нормализованными болтами, со сверловкой в мраморной крошке пола цеха отверстий и заливкой их бетоном.

Изготовление и монтаж ложементов на раме приспособления производится с помощью шаблонов ШМФ, снятых с плаза, в которых дан контур обшивки панели фюзеляжа, оси стрингеров, БО и КФО Ø8Н9, выполненных в системе баз ОС и ОСС на ПК. Установка ложементов по контуру обвода, флажков КФО на ложементах производится с помощью этих шаблонов ШМФ.

Для работы сверху приспособления с его обеих сторон предусмотрены подставки и стремянки на высоту, удобную для производства сборочных и клепальных работ.

Верхние, нижние и боковые панели собираются в приспособлении в системе баз ОСС и ОС.

Боковые верхние панели собираются в системе базы стрингера 12 и разворачиваются в вертикальное положение.

Боковые нижние панели собираются в системе базы стрингера 24 и разворачиваются также в вертикальное положение.

Сборка панелей ОЧК. Панели ОЧК собираются в комплекте стапелей.

В комплект входят четыре стапеля: правый верх; правый низ; левый верх; левый низ.

Все стапеля одинаковы по своей конструктивной схеме, поэтому, рассмотрев конструктивные решения и особенности одного стапеля, можно судить о всём комплекте.

Стапель для сборки панели (верх и низ) рамной конструкции установлен в положение: ось 2-го лонжерона – горизонтально, плоскость СПК – вертикально.

Весь стапель смонтирован на пяти опорах – колоннах и расположен в спарке: (левый – правый) верх, (левый – правый) низ теоретическими контурами внутрь.

Со стороны теоретического контура на стапеле смонтированы металлические рубильники по каждой дистанции нервюр. С внутренней стороны имеются ложементы по каждой дистанции нервюр, на ложементах выполнены вырезы для установки стрингеров, а также фиксирующие элементы для крепления нервюрных книц.

Для фиксации панели в зоне разъёма смонтирована плита, предусматривающая наличие припуска 4 мм со стороны плоскости разъёма, а также по стыковочным отверстиям в профиле разъёма.

Стапель оборудован специальным транспортировочным устройством, позволяющим перемещать панели по вертикали, а также при закладке обшивки и последующей выемке готовой панели. Монтаж стапеля ведётся по шаблонам и по инструментальной макету ОЧК.

Сборка люков и дверей. Сборка входной, аварийной и буферной дверей производится в приспособлениях одинаковой, типовой конструкции с базой на наружную поверхность внешней обшивки.

Приспособление представляет собой раму трубчатой конструкции, на которой установлены цапфы с подшипниками для возможности вращения приспособления в процессе сборки двери.

Приспособление для сборки входной двери вращается вокруг большой оси двери, приспособления для сборки аварийной и буферной дверей вращаются вокруг малой оси дверей.

На раме приспособления в стаканы залиты вилки для установки ложементов и съёмных рубильников. Листовые дюралевые ложементы выполнены по наружному контуру наружной обшивки и фиксируют обрез двери и два промежуточных сечения. На ложементах установлены шаблоны для контроля положения выреза под окно и установку отклоняемых створок, а также фиксатор ручки открытия двери.

Листовые дюралевые рубильники выполнены по наружному контуру внутренней обшивки и несут на себе фиксаторы узлов навески надувного трапа и механизма ручки. На рубильниках даны риски осей балок и диафрагм.

Выдвижные фиксаторы по осям замков и макетная петля крепятся к раме и монтируются по макету двери при монтаже приспособления.

Сборка каркаса двери производится из собранных в отдельных приспособлениях балок с фиксацией кронштейнов под упорные винты.

Сборка грузовой двери производится в приспособлении рамной конструкции, установленной стационарно в вертикальном положении на пол цеха.

Рама сварена из стальных швеллеров и несёт на себе стаканы и приваренные кронштейны. В стаканы залиты вилки, в которые установлены ложементы, выполненные по наружному контуру наружной обшивки. Ложементы изготовлены из дюралевого листа по всем дистанциям рам.

Для крепления обшивки на ложементах установлены уголки с отверстиями под технологические болты.

Сборка каркаса двери производится из собранной в отдельном приспособлении нижней балки с установленными кронштейнами под замки.

Ось замков фиксируется в стапеле кронштейнами.

Рамы устанавливаются по съёмным фиксаторам – гребенкам и профилям на нижней и верхней балках.

Сборка служебного люка. Служебный люк собирается в приспособлении. Приспособление для сборки служебного люка предназначено для сборки каркаса крышки и монтажа механизации открывания, стопорения, регулировки крышки, установки гермоканта по периметру.

Конструкция приспособления состоит из сварной рамы стального швеллера № 10. Рама крепится с нормализованным поворотным механизмом на две стойки, имеет разворот на 180° и фиксацию через каждые 15° . Для удобства в работе выбирается высота $H = 800$ мм. Ввиду малых габаритов приспособление не стационарного типа и не крепится к полу фундаментными болтами. Для равномерного поворота необходимо приспособление отбалансировать.

На раме устанавливаются два лекала по наружному контуру обшивки по дистанциям балочек крышки. По периметру рамы устанавливаются ложементы поперечного сечения для фиксации внутреннего набора крышки. Ложементы несут на себе фиксаторы упоров и штыри закрытия крышки.

Сборку конструкции – продольного и поперечного набора – производят без обшивки, но с прокладками на толщину обшивки, т.е. с её имитацией.

Монтаж приспособления ведётся по макету крышки люка, а изготовление лекал предварительно производится по шаблонам ШМФ, снятым с плаза, затем окончательно подгоняется по макету.

После сборки каркаса и набора узлов механизации устанавливают обшивку по ТК фюзеляжа, прихватывают равномерно по периметру.

Устанавливают внутреннюю обшивку, затем на внестапельном участке доклепывают всю крышку. После этого её испытывают в стенде на герметичность.

10.2. Сборка агрегатов фюзеляжа и их стыковка

Сборка агрегата Ф-1. Сборка агрегата Ф-1 производится в специальном стапеле и заключается в стыковке нижней секции с верхней. Эти требования и характеризуют конструкцию стапеля.

Стапель состоит из:

- 1) плиты разъёма по технологическому стыку Ф-1 с Ф-2;
- 2) плиты разъёма с носовым обтекателем;
- 3) узла фиксации носового шасси с элементами фиксации оси вращения створок шасси;
- 4) узлов фиксации люка операторов и проёмов входной и грузовой дверей;
- 5) ложементы по 3-7 шпангоутам.

1. Разъём по технологическому стыку Ф-1, Ф-2 имеет рамную конструкцию, изготовленную из труб. К раме крепится стальная плита, несущая на себе отверстия для крепления технологических угольников. Рама устанавливается вертикально. Для обеспечения свободной выемки готового агрегата рама с плитой разъёма отклоняется с помощью винтового механизма относительно оси вращения, расположенной горизонтально у линии пола.

В рабочем положении рама фиксируется винтовыми фиксаторами, расположенными в верхней части на каркасе.

Технологические угольники крепятся к плите с помощью болтов и трубчатых гаек. Технологические угольники являются универсальными, полностью взаимозаменяемыми элементами и служат для крепления панелей к плите разъёма.

2. Плита разъёма с носовым обтекателем представляет собой ложементы, закреплённые к откатной «телеге». «Телега» имеет объёмную трубчатую конструкцию на роликах,двигающуюся по рельсам, установленным на каркас. В рабочем положении фиксируется штырями с помощью винтового механизма.

Ложементы выполнены из листового материала Д16 и фиксируют наружный контур обшивки.

На «телеге» закреплён кронштейн фиксации 1 шпангоута по разъёму с готовым изделием.

3. Узел фиксации носового шасси с элементами фиксации осей вращения больших и малых створок представляет собой рамную конструкцию, закреплённую к полу цеха.

На раме установлены ловители с зажимами для фиксации штанг, имитирующих траверсы ноги шасси и подкоса.

Монтаж стапеля производится на полу цеха по схеме фундамента и колонн. Колонны представляют собой сварные рамы из балок нормализованных элементов, установленные на «подушки» фундамента и закреплённые к полу нормализованными фундаментными болтами.

На колонны по правому и левому бортам монтируются балки из нормализованных швеллеров по реперам, заранее расточенным на КРС в системе баз

дистанции шпангоутов. Базой является ось шпангоута 27, а для центроплана базой является ось II лонжерона.

Основными базами стапеля являются ОСС, ОС и ось шпангоута 27. В передней части стапеля в зоне шпангоутов 11-12 устанавливается открывающаяся по радиусу по рельсовому пути калитка, представляющая собой сварную раму из стальных труб, с залитыми в них грибками, на которых фиксируется плита разъёма.

Плита разъёма в зоне 12 шпангоута представляет собой стальную плиту, на которой создана рабочая поверхность по разъёму агрегата, на ней нанесены стрингеры, обрез панелей, зоны стыков панелей и даны 48 отверстий под технологические угольники по всему обводу. В зоне линии пола дана поперечная плита фиксации пола.

Изготовление плиты ведётся по масте-плите и шаблоне ШМФ. Монтаж плиты разъёма на стапеле проводится при помощи прибора ППС, нивелира, отвеса струн по вертикали и плаз-кондукторных линеек.

Плита разъёма по 48 шпангоуту вместе с фермой имитации отсека Ф-3 откатного типа перемещается на двух рельсах с помощью винтового механизма. Фиксацию плиты в рабочем положении производят конусными нормализованными фиксаторами. Фиксация «домиков» устанавливается на колонны равномерно по длине панели по краям и в середине, при помощи выдвижных, реечного типа, фиксаторов. За базу берутся отверстия в стрингерах, на которые устанавливается накладка таким образом, что установка панели происходит в номинал, т.е. летное положение в системе баз ОСС, ОС и дистанций шпангоутов.

Для фиксации центроплана имеются плиты и кронштейны по 1 и 2 лонжеронам центроплана.

Для контроля обвода фюзеляжа введены ложементы в зоне 23-27 шпангоутов, т.е. в зоне центроплана.

Монтаж стапеля производится по ПИС-11; нивелиру; плаз-кондукторных угольников, линеек, струны; по макету центроплана, мастер плиты разъёма центроплан-крыло, мастер плиты по технологическому разъёму шпангоутов 11-12, мастер плиты по шпангоуту 48, шаблонов мидельной части Ф-2.

На втором и третьем этажах между колонн предусмотрены настилы и откидные площадки. Внутри стапеля по рельсам устанавливаются тележки, для работы внутри агрегата.

Эти узлы и фиксаторы смонтированы на каркасе.

Каркас стапеля представляет собой сварную раму коробчатого сечения из швеллеров, балки, стойки сварены в пространственную конструкцию, имеющую основание для крепления к полу цеха. На раме в стаканы залиты «уши», вилки, пятки на плаз-кондукторе цеха изготовителя оснастки. Соединённая технологическими штангами рама транспортируется из цеха в цех и может быть быстро демонтирована.

Сборка агрегата Ф-2 производится в стапеле общей сборки, который предназначен для сборки путём стыковки, монтажа и сборки отдельных секций переднего и заднего грузового пола, среднего отсека с фиксацией центроплана, установки «домиков» панелей передних и задних, фиксации разъёма переднего в зоне 11-12 шпангоутов и заднего в зоне 39 шпангоута.

Монтаж стапеля производится на полу цеха по схеме фундамента и колонн. Колонны представляют собой сварные рамы из балок нормализованных элементов, установленные на «подушки» фундамента и закреплённые к полу нормализованными фундаментными болтами.

На колонны по правому и левому бортам монтируются балки нормализованные швеллерные по реперам, заранее расточенным на КРСе в системе баз дистанции шпангоутов. Базой является ось шпангоута 27, для центроплана она является осью 2-го лонжерона.

Основными базами стапеля являются ОСС, ОС и ось шпангоута 27. В передней части стапеля в зоне шпангоутов 11-12 устанавливается открывающаяся по радиусу по рельсовому пути калитка, представляющая собой сварную раму из стальных груб, с залитыми в них грибками, на которых фиксируется плита разъёма.

Сборка секции панелей Ф-2 («домиков»). Секции панелей Ф-2 собираются в стапелях.

Стапели сборки секций панелей Ф-2 (домики) подразделяются на:

- сборку передних от 11 до 23 шпангоута верхних и нижних секций панелей Ф-2;
- сборку задних от 27 до 39 шпангоута верхних и нижних секций панелей Ф-2.

Стапель для сборки домика предназначен для установки в нём верхней (нижней) и двух боковых панелей, фиксации каждой панели по дистанциям шпангоутов, по стыкам панелей в зонах 6 стрингера прав., лев.; лев – верхних секций; по стыкам в зонах 29 стрингера прав., лев.; 19 стрингера прав., лев. – нижних секций, фиксации обводов шпангоутов панелей по КФО в системе баз ОСС и ОС.

Стапель состоит из горизонтальной сварной рамы, выполненной из стальных нормализованных балок. На раме с помощью вертикальных стоек устанавливается по ОСС продольная балка, несущая на себе элементы крепления флажков фиксации КФО по правому и левому бортам фюзеляжа. На раме по дистанциям привариваются стаканы шпангоутов, в которые заливаются цементом НИАТМЦ нормализованные уши (вилки) для фиксации флажками обводов собранных панелей по КФО.

Установка флажков на верхней (нижней) и боковых балках производится с помощью ШМФ, снятых с плаза в системе баз ОСС, ОС, в ПК системе с точностью 0,05.

По стыку агрегатов Ф-1 с Ф-2 и Ф-2 с Ф-3 по обрезу панелей вертикально на раму стапеля устанавливается стальная плита с помощью сварной балки, устанавли-

ливаемой на раму стапеля с помощью компенсации из цемента НИЛТМЦ. Вертикальность плиты и установка её в системе баз ОСС и ОС осуществляется при помощи прибора ПШС-11, нивелира и плаз-кондукторных линеек.

На плите разъёма предусмотрены лекало по внешнему обводу панелей и лекало по внутреннему контуру обшивки, фиксация стрингеров по торцам и контуру, установка технологических угольников для контроля стыка Ф-2, обреза обшивки по стыку и транспортировки домика.

Для удобства в работе при сборке и клёпке предусмотрены стремянки.

Стыковка агрегатов Ф-1, Ф-2, Ф-3. Стыковка агрегатов Ф-1, Ф-2 и Ф-3 между собой производится в стенде стыковки этих агрегатов, расположенных на рельсах, установленных на полу цеха.

Агрегаты Ф-1 и Ф-3 транспортируются на регулируемой тележке в цех сборки для стыковки с Ф-2 с установленными технологическими угольниками по всему периметру разъёмов агрегата.

Агрегат Ф-2 на регулируемой тележке с обеих сторон разъёмов со стороны Ф-1 и Ф-2 зафиксирован на технологических угольниках по всему периметру разъёмов агрегата Ф-2.

Стыковка Ф-1, Ф-2 и Ф-3 производится нивелировкой агрегатов в стенде стыковки, представляющем собой тележки с регулируемыми ложементами. Тележки на колёсах передвигаются по рельсам пола. На каждый агрегат – по две откатные регулируемые тележки, с помощью выдвижных винтов тележек производится стыковка агрегатов. В момент закладки агрегатов в стенд тележки отрегулированы в фиксированное летное положение.

Стыковку производят с помощью выдвижных винтов тележек до тех пор, пока не состыкуются технологические угольники Ф-1 с угольниками Ф-2, Ф-3 по базовым отверстиям по всему периметру угольников, затем начинается притягивание технологических угольников Ф-1, Ф-3 с технологическими угольниками Ф-2. Контролируются зазор в 2 мм между обрезами обшивок Ф-1 с Ф-2, Ф-3 и зазор между технологическими угольниками Ф-1, Ф-2, Ф-3. Стыковка агрегатов производится по внешней стороне обвода.

С внутренней стороны агрегатов Ф-1, Ф-2 и Ф-3 ставится стыковочная лента по всему обводу. Для поджатия ленты существуют приспособления для прижатия стыковочной ленты по всему периметру обвода к обшивкам со стороны Ф-1 и Ф-2, Ф-2 и Ф-3. Данное приспособление состоит из сегментов – регулируемых лекал из Д16Т, верхние и боковые лекала распираются по периметру обвода с помощью тандеров резьбовой конструкции, а нижнее лекало ставится в номинальное положение как база для распираания.

Все лекала по кругу крепятся на разборных растяжках – рамах, собранных из труб Д16Т. Таким образом, приспособление состоит из лекал по кругу и растяжных рамок трубной конструкции. Лекала и рамки связаны между собой тандерами резьбовой конструкции. Лекала устанавливают при помощи шаблона ШМФ, снятого с плаза, и обтачиваются на карусельном станке по заданному диаметру в номинал.

Далее происходит отстыковка приспособления для прижатия от макетных угольников, выставленных на плаз-кондукторе в системе баз ОСС и ОС в номинальном положении, и контролируется зазор по всему периметру.

При распирации пакета стыковочной ленты и обшивки Ф-1 и Ф-2, Ф-2 и Ф-3 упор происходит равномерно по всему обводу по периметру по плоскости технологических угольников. Далее идёт разделка отверстий, клёпка в пакете стыковки и установка стыковочных накладок.

После осуществления стыковки агрегатов Ф-1, Ф-2, Ф-3 происходит нивелировка агрегата по нивелировочным точкам, указанным в самолётном чертеже-схеме нивелировки.

На рис. 10.1-10.5 в качестве примера приведены фотографии стенда для навески закрылков на ОЧК и приспособлений для сборки технологических единиц фюзеляжа.

10.3. Сборка агрегатов крыла

Сборка ОЧК. Общая сборка ОЧК осуществляется в стапеле, который выполнен по двухбалочной схеме с вертикальным расположением ОЧК. Базовые плоскости – «СПК (строительная плоскость крыла)», «II лонжерон», «Плоскости разъёма».

Стапель имеет охватывающие рубильники, выполненные по теоретическому контуру крыла и установленные по базовым контрольным сечениям ОЧК. В зоне нервюр 5,6 и 7 находятся фиксаторы по точкам стыковки мотогондолы с ОЧК по I и II лонжеронам, фиксация борт-угольников – по стыку с мотогондолой, фиксаторы узлов навески шасси.

На верхней балке расположены фиксаторы и рубильники для установки и контроля носовой части ОЧК.

На верхней балке установлены фиксаторы по оси вращения элерона, тормозных шитков, а также узлов навески рельс закрылка.

По плоскости разъёма установлена плита с комплектом фиксирующих спец. штырей. Для удобства выемки ОЧК из стапеля плита разъёма сделана поворотной в вертикальной плоскости.

Стапель установлен в спаренном исполнении нижними дужками вовнутрь. Между стапелями смонтирован стационарный настил.

Сборка мотогондолы. Общая сборка мотогондолы (МГ) осуществляется в стапеле. Стапель выполнен по трёхбалочной схеме с расположением МГ в горизонтальном положении (ось двигателя мотогондолы) параллельно линии пола. Одна балка расположена снизу по оси симметрии МГ, две боковые балки – горизонтально на уровне противопожарной перегородки.

Между боковыми балками и нижней балкой расположены охватывающие ложементы (рубильники), выполненные по теоретическому контуру (ТК) МГ и установленные по дистанциям соответствующих шпангоутов и других конструктивных элементов МГ.



Рис. 10.1. Стенд для навески закрылков на ОЧК

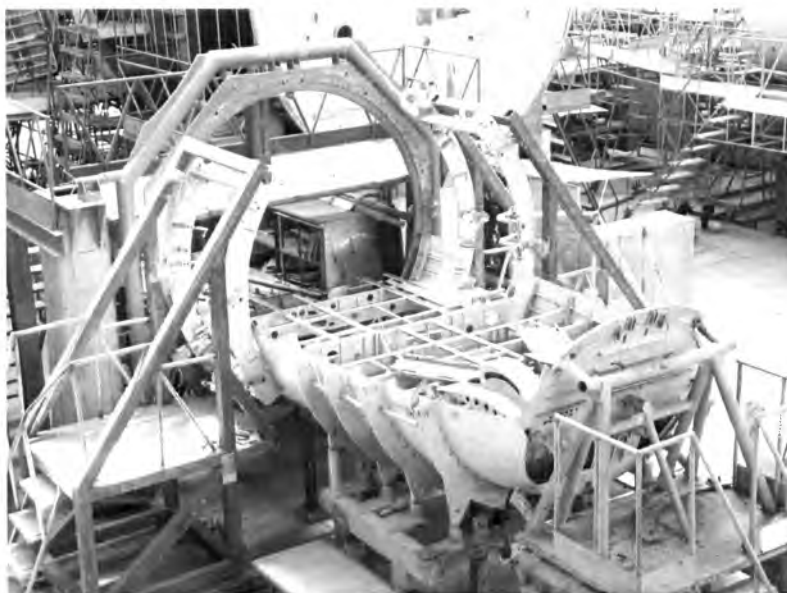


Рис. 10.2. Припособление для сборки нижней частей Ф-1



Рис. 10.3. Приспособление для стыковки верхней и нижней частей Ф-1



Рис. 10.4. Приспособление для сборки верхних панелей Ф-2

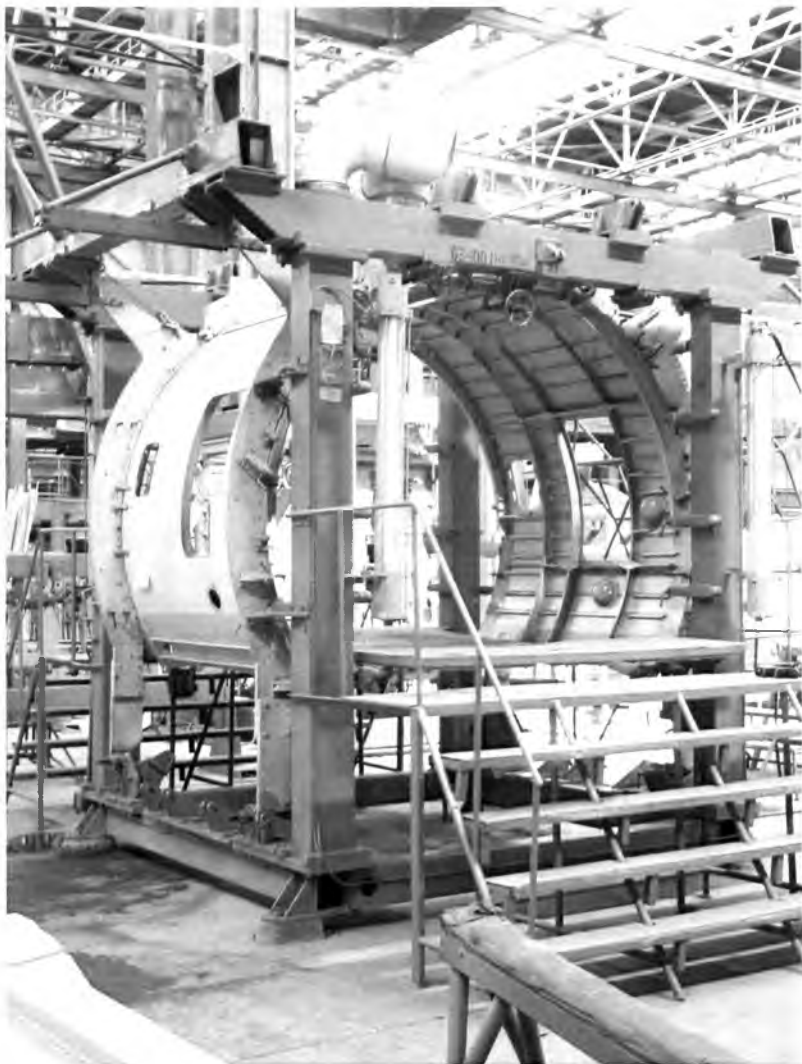


Рис. 10.5. Приспособление для сборки отсека между шпангоутами 23-27 Ф-2

Со стороны верхнего теоретического контура предусмотрены откатные стремянки.

Монтаж стапеля сборки ОЧК ведется по плазовым шаблонам и по инструментальному макету ОЧК, который имеет теоретические поверхности по I и II лонжеронам; по базовым нервюрам по нервюрам 5 и 7 (в зоне стыка мотогондолы); по стыку ОЧК с центропланом.

Со стороны верхней части МГ на боковых балках установлены охватывающие рубильники по дистанциям шпангоутов, выполненные по ТК.

Все рубильники откидные, для возможности лучшего подхода при клёпке и дальнейшей выемки агрегата.

На боковых балках смонтированы узлы фиксации кронштейнов под замки боковых крышек капота.

На колонне, установленной в носовой части стапеля, смонтирована ферменная поворотная фиксация узлов навески двигателя на первом шпангоуте МГ.

Стапель смонтирован по плазовым шаблонам и инструментальному макету со сплошной поверхностью по теоретическому контуру МГ, что обеспечивает высокую точность и согласование сложных поверхностей МГ с внутренним набором (стрингеры, шпангоуты и пр.).

Стыковка крыла с мотогондолой, закрылками, элеронами и стойкой шасси. Стыковка ОЧК с МГ, закрылками, элероном, стойками шасси осуществляется в стенде, который состоит из:

а) комплекта ложементов по силовым нервюрам ОЧК от I до II лонжеронов и регулируемых по высоте, но с обязательной фиксацией в теоретическом положении;

б) плиты по разьёму ОЧК с центропланом со всеми стыковочными отверстиями;

в) в зоне носовой и хвостовой частей ОЧК по стыку с центропланом смонтированы откидные лекала («рыбки»), обеспечивающие объективный контроль стыковки носка и закрылка с ОЧК;

г) со стороны заднего лонжерона снизу расположены специальные ложементы для установки и фиксации рельс для движения закрылков;

д) со стороны I лонжерона в зоне нервюр 5 и 7 ОЧК имеются ложементы для установки МГ и последующего контроля.

Стенд отстоит от линии пола на высоту, позволяющую производить установку стойки шасси с колесами и последующую обработку гидросистемы по выпуску и уборке шасси.

Для удобства производства и монтажа стенд оборудован стационарным настилом с перилами, обеспечивающими безопасные условия работы.

Сборочные процессы стабилизатора и киля самолета являются идентичными процессам сборки крыла, поэтому в настоящей работе они не рассмотрены.

10.4. Средства механизации, применяемые при сборке

Технологические процессы агрегатно-сборочного производства, подлежащие механизации, условно можно разделить на: сверление, клёпку, образование классных отверстий, постановку болтов, подгоночные работы и пр. Сведения о средствах механизации и автоматизации агрегатно-сборочных работ

достаточно подробно приведены в учебной литературе [1,7,9,12,16,59], поэтому в настоящей работе о них дается сжатая информация.

Сверление. В агрегатно-сборочном производстве сверление в основном производится ручными пневматическими машинами. В зависимости от материала, диаметра отверстий, режимов, условий подхода подбирается соответствующая сверлильная машинка. Для открытых подходов и отверстий до 10 мм применяются дрели типа «СМ». Например, СМ 21-9-2500. Первые две цифры означают группу мощности (9 – max диаметр отверстий, мм), 2500 – число оборотов в 1 мин.

Отверстие свыше 10 мм сверлится дрелями типа «ИЛ». Например, ИЛ-1022. Наибольший диаметр сверления 14 мм; число об/мин = 500.

В труднодоступных и стеснённых местах применяются угловые дрели типа «УСМ» и «СМУ». Например: СМУ-21-6-500, где СМУ – сверлильная машина угловая; 6 – max диаметр отверстий; 500 – число оборотов в 1 мин.

Для возможности и удобства подходов в агрегатно-сборочном производстве создана гамма угловых сверлильных насадок на серийно-выпускаемые дрели. Это угловые насадки собственной разработки и изготовления.

Для сверления двух отверстий одновременно под анкер гайки разработаны и широко применяются двухшпиндельные насадки.

В целях снижения вредного воздействия вибрации на организм человека, снижения усилий при сверлении, уменьшения трудоёмкости и увеличения производительности труда на многих участках смонтированы установки напольного типа. Эти сверлильные установки широко применяются при сборке длинномерных узлов, как-то: лонжероны, балки силовые, панели пола и т.п.

Для образования гнезд под головки потайных головок заклёпок и болтов применяются ограничительные насадки на дрели с зенковками.

Клёпка. Клёпка – процесс соединения нескольких деталей с помощью заклёпок. Клёпка как метод соединения обеспечивает большую выносливость по сравнению со сваркой и склеиванием.

На изделие Ил-114 применяются заклёпки обычные и высокоресурсные. Высокоресурсные заклёпки предназначены для клёпки герметичных соединений топливных и воздушных отсеков, а также соединений с повышенным ресурсом в негерметичных отсеках. Кроме того, используются высокоресурсные заклёпки двух типов: с компенсатором и универсальные. Заклёпки с компенсатором (ЗУК, ЗУГ) осуществляют полное заполнение отверстий за счёт утолщения «излишка» металла на закладной головке заклёпки.

Универсальные заклёпки – УЗ – предназначены для выполнения потайных и непотайных высокоресурсных соединений повышенной плотности. УЗ широко используются для клёпки топливных отсеков центроплана и крыла.

Причём на этих агрегатах УЗ устанавливаются преимущественно на автоматах.

Отверстия под высокоресурсные заклёпки сверлятся точнее, чем под обычные заклёпки.

Диаметр заклёпки	Диаметр отверстия	
	обычные	высокоресурсные
4	4.1	4.05
5	5.1	5.05
6	6.1	6.05

Клёпка производится прессованием или ударным методом. Из-за сложности кривизны агрегатов планера ударный метод занимает довольно большой объём – на Ил-114 – 40% от общего количества заклёпок.

Ударный метод осуществляется клепальными молотками (КМП-14; КМП-24; КМП-32; КМ-42). Первая цифра показывает мощность молотка. Чем больше диаметр заклёпки, тем большей мощности молоток требуется.

Ударная клёпка, в свою очередь, существует «прямая» и «обратная».

При прямом методе клёпки удары молотком наносятся по замыкающей головке заклёпки, а закладная придерживается поддержкой – амбусом.

При обратном методе удары наносятся со стороны закладной головки заклёпки. Самый распространённый обратный метод, так как прямой метод потребует большего веса поддержек.

Прямой метод применяется при тонких пакетах, или там, где обратный метод не применим.

Ударный метод клёпки оказывает отрицательное влияние на организм человека – шум, вибрация. Специальные перчатки, шумопонижающие средства личного пользования лишь изначально снижают шум и вибрацию. Поэтому все узлы и агрегаты, где имеются подходы, клепаются прессовым способом. Кроме полного снятия вибрации и шума это ещё и самый производительный метод клёпки. Прессовая клёпка осуществляется на клепальных прессах типа «КП», автоматах типа «АК» и ручными клепальными устройствами, такими как пневмо- и гидроскобами типа «ПС» и «ЧС».

На предприятии широко представлены прессы – от прессов для одиночной клёпки (КП-204; ПНП-5,5) до прессов групповой клёпки (КП-503; КП-501).

Для клёпки панелей двойной кривизны применяются прессы КП-602 и КП-504. Клепка панелей Ф-1 изделия Ил-114 производится на новейшем прессе КП-504.

Для удобства клёпки все прессы оборудованы поддерживающими или выравнивающими устройствами. Все поддерживающие устройства созданы специалистами ГАО «ТАПОиЧ».

В местах, где применение стационарных прессов затруднено или невозможно, используют переносные клепальные устройства (пневмо- и гидроскобы). На предприятии разработано пять типов силовых устройств к пневмоскобам, обладающих разными мощностями, – от ПС-I до ПС-V.

Форма и размеры рабочей части (зев) пневмоскобы проектируется применительно к конкретному месту клёпки, таких типов уже имеется свыше 150.

Тип пневмоскобы	Усилие, развиваемое пневмоскобой, кГ	Диаметр заклёпки, мм
ПС-I	1100	3.0
ПС-II	1500	3.5
ПС-IIa	2100	4.0
ПС-III	3400	5.0
ПС-IV	3900	6.0

Односторонний крепёж. На самолете Ил-114 применяется крепёж с односторонним подходом: заклёпки с сердечником и гайко-пистоны. Характерной особенностью односторонней безударной клёпки является то, что процесс замыкающей головки осуществляется при одностороннем приложении силы. Достоинства безударного процесса – бесшумность и вибробезопасность. Для образования замыкающей головки с сердечником пользуются прессами ПС-53Г и ИСП-5. Для удаления выступающей за пределы закладной головки части заклёпки пользуются кусачками ПК-51, машинками для отреза хвостиков ОМ-3. Для зачистки торца сердечника заподлицо с закладной головкой пользуются зачистной машинкой ЗМ-1 или фрезерными станками ПФ-12М и ФМ-1.

По завершению постановки заклёпки с сердечником их проверяют на выталкивание сердечника специальными устройствами, разработанными на предприятии.

Один из наиболее распространённых видов крепёжа, применяемых на Ил-114 – болт-заклёпки. Соединение болт-заклёпками относится к безударному виду клёпки. На изделие применяются различные виды болт-заклёпок. По видам постановки в отверстие – простые и с натягом; по материалу – стальные и титановые. Болт-заклёпки из титана применяются облегчённой конструкции, т.е. с уменьшенной отрывной шейкой.

Технологический процесс образования болт-заклёпочного (б/з) соединения состоит из следующих операций:

- образования отверстия;
- вставки стержня б/з в отверстие;
- установки на хвостовик б/з инструмента и втягивания б/з в отверстие;
- снятия инструмента;
- установки кольца на стержень;
- установки отжимного инструмента на кольцо с захватом хвостовика стержня;
- образования замыкающей головки с отрывом хвостовика;
- контроля соединения.

Инструмент для постановки б/з – 2БГ-6 (гидравлический) и 1БП-5у-угловой, пневматический. Для возможности постановки б/з в системных местах на предприятии разработаны и применяются несколько типов насадок, в основном, сменных к 2БГ-6.

Для постановки б/з с натягом в отверстие пакета применяются специально разработанные прессы на базе 2БГ-6 и угловой 1БНПУ-5у.

В конструкции пассажирских кресел устанавливаются заклёпки высокого сопротивления срезу (ВСС). Заклёпки ВСС предназначены для выполнения высокопрочных соединений, доступ к которым возможен только с одной стороны конструкции узла или агрегата. Заклёпки поставляются в собранном виде. Отверстия под заклёпки ВСС выполняются по Н9. Устанавливаются заклёпки ВСС пневматическим устройством ИОК-ВС-1.

Образование классных отверстий. Образование классных отверстий (Н7...Н9) осуществляется в три этапа: сверление отверстия, зенкерование и развёртывание (или протягивание),

Зенкерование – обработка предварительно просверленного отверстия зенкерами с целью увеличения диаметра, повышения точности и чистоты отверстия. Зенкерование обеспечивает точность 10-11 квалитетов и шероховатость 4-6 классов. В агрегатно-сборочном производстве зенкерование производится: в алюминиевых сплавах – высокооборотными, а в сталях и титановых сплавах – низкооборотными дрелями (300-800 об/мин).

Для получения классного отверстия (Н7...Н9) проводят заключительный этап образования отверстия – обработку развёртыванием или протягиванием.

Припуск под развёртывание оставляют примерно равным 0,3 мм на диаметр и снимают обычно в два перехода – черновая развёртка ($d = 0,1$) и чистовая.

Развёртывание отверстий производится вручную воротками, либо механизированным способом при помощи специальных машин (машинки МР-12, МР-24 и т.п.). Можно применять и обычные низкооборотные дрели с карданами.

В качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) при развёртывании применяется индустриальное масло (кроме топливных отсеков).

Протягивание для образования классных отверстий существует прямое и с вращением. В агрегатно-сборочном производстве на всех изделиях протягивание прекратили применять из-за высокой стоимости и в связи с нестабильностью процесса (отверстие разбивается).

Болтовые соединения. Технологический процесс выполнения болтовых соединений включает следующие операции:

- образование отверстий;
- образование галтели;
- постановку болтов в отверстия;
- свинчивание соединений;
- контровку;
- контроль.

В конструкции Ил-114 применены болты обычного типа, входящие в отверстие с зазором или в классное отверстие. Классные пасадки применены в

силовых листах планера. В этих случаях применяется тарированная затяжка гаск.

Болты с насадкой в отверстие с натягом на Ил-114 не применяются.

Для разделки отверстий больших диаметров (свыше 20 мм) применяются специальные машины с автоподачей типа РП-201 и МСЗП-40У.

Упрочнение. Упрочнение поверхности методом пластической деформации широко используется при производстве агрегатов самолета Ил-114.

В агрегатно-сборочном производстве нашли применение два метода: раскатка отверстий роликами и упрочнение стыковочных отверстий и колодцев разъёма крыла пневмодинамическим наклёпом – шариками. Упрочнение в агрегатно-сборочном производстве является окончательной операцией обработки поверхности.

При раскатывании отверстий эффект упрочнения достигается за счёт равномерной пластической деформации поверхности отверстия роликами-раскатками.

В конструкции раскатников заложен принцип самозатягивания, что обеспечивает равномерную осевую подачу при вращении раскатника дрелью. В качестве механизированного инструмента применяются дрели СМ-21-9-300, МР-16 и пр.

Упрочнение пневматическим наклёпом, также как и раскатками, применяется в листах, оговоренных в самолётных чертежах. В зависимости от конструктивных особенностей упрочняемых деталей проектируется и изготавливается пневматическая камера к конкретному листу.

На Ил-114 пневматическому наклёпу подвергаются стыковые отверстия, колодцы разъёма крыла и центроплана. Камера ПДН (пневмодинамического наклёпа) устанавливается на два соседних отверстия, а среднее отверстие и колодец упрочняются.

Клёпка панелей крыла на автомате АК-5,5. Самый производительный и прогрессивный способ клёпки – на автоматах. На предприятии имеется два типа автоматов АК 2.2 – 0.5 и АК 5.5-2.4 (первая цифра – мощность в тоннах, вторая – вылет скобы в метрах). Автомат производит сжатие пакета, сверление отверстия, зенковку, вставку заклёпки и расклёпывание. Производительность – 15 заклёпок в минуту.

На автоматах АК 5.5-2.4 клепаются панели крыла и центроплана Ил-114 заклёпками типа «УЗ». Они оснащены выравнивающими устройствами, работающими в полуавтоматическом режиме, а сами автоматы доработаны под универсальные заклёпки «УЗ».

10.5. Общая характеристика работ по окончательной сборке

Окончательная сборка самолёта является завершающим этапом производства, в процессе которого заканчиваются монтажи всех систем и оборудования.

производится их контроль и испытания, а также наземные и лётные испытания самолёта в целом.

Техпроцессы окончательной сборки весьма разнообразны и включают в себя следующие направления:

- изготовление электрорадиожгутов и электросборок;
- входной контроль покупных комплектующих изделий;
- монтаж систем и оборудования на самолёте;
- испытание систем и оборудования;
- наземные и лётные испытания самолёта;
- периодические, типовые и др. испытания агрегатов, сборок. В связи со сложностью систем и оборудования, устанавливаемого на самолёт, необходимостью их тщательного контроля, трудоёмкость окончательной сборки составляет 25 – 35 % общей трудоёмкости изготовления самолёта.

Изготовление электрожгутов производится в электромонтажном цехе. Изготовление радиожгутов и электросборок производится в специальных электромастерских. Входной контроль покупных комплектующих изделий, и периодические, типовые и др. испытания агрегатов, сборок производятся в контрольно-испытательном цехе.

Окончательная сборка самолёта Ил-114 производится в цехе окончательной сборки, а наземные и лётные испытания собранного самолёта – в лётно-испытательном техническом комплексе.

Процесс общей сборки должен обеспечивать минимально возможный производственный цикл, определяемый формулой

$$Ц = T P_0,$$

где T – трудоёмкость процесса в чел-часах; P_0 – количество одновременно участвующих в процессе сборки рабочих (фронт работ).

Основным методом организации процесса общей сборки является поточный метод. При мелкосерийном производстве с ритмом большой длительности в сборочном цехе организовано пять рабочих мест (стендов).

Расположение самолётов на стендах – под углом в одну сторону, перемещение самолётов со стенда на стенд производится тягачами.

Эта схема организации рабочих мест (стендов) предназначена для обеспечения необходимой культуры производства в цехе; заданного производственного цикла; наведения порядка в прокладке шлангов, рукавов, кабелей; расстановки испытательных стендов; рационального размещения организационной оснастки на каждом стенде.

В соответствии с директивной технологией определены следующие стенды:

1-й стенд – сверлильно-клепальные работы и стыковки хвостового оперения;

2-й стенд – стыковки ОЧК и монтаж систем;

3-й стенд – монтаж СУ, испытание трубопроводных систем, герметичности, прокладки и прозвонки цепей ЭРАНО;

4-й стенд – обработка под током, ОТО ПЗ и монтаж интерьера;

5-й стенд – предъявление ПЗ ЭРАНО, чистоты, залючки, опрессовка, нивелировка и передача на ЛИС.

Краткая характеристика и схема оснащения каждого стенда приведены ниже:

СТЕНД 1 схематично представлен на рис. 10.6.

Содержание работ, выполняемых на стенде 1:

1. Осмотр агрегатов и составление ведомостей приёмки.
2. Установка технологического пола.
3. Сверильно-клепальные работы под монтажи систем: ИОС, СКВ, ВО, САРД, ТС, ППС, управления самолётом и двигателями, гидросистемы, ЭРАНО, кислородного и бытового оборудования.
4. Чистка изделия после клепки.
5. Примерка рабочих макетов панелей и сборок интерьера для контроля и настройки посадочных мест интерьера.
6. Стыковка стабилизатора, киля и отсека ВСУ.

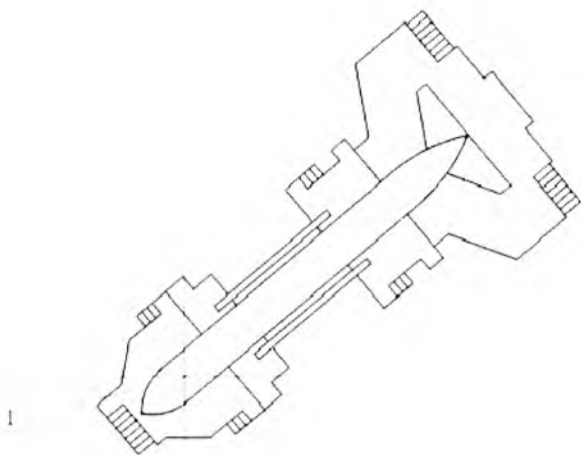


Рис. 10.6. Стенд сверильно-клепальных работ и стыковки хвостового оперения:
1 – стремьянки фюзеляжные

СТЕНД 2 схематично представлен на рис. 10.7.

Содержание работ, выполняемых на стенде 2:

1. Стыковка ОЧК с центропланом.
2. Монтаж системы управления самолётом.

3. Подгонка лобовиков и заливов крыла.
4. Монтаж агрегатов СРД.
5. Монтаж трубопроводов ПОС, ВО, СКВ, ППС, ТС, шасси, гидросистемы, кислородной системы.
6. Промывка и испытание гидросистемы на герметичность.
7. Прокладка жгутов ЭРАНО.
8. Установка ТЗИ над полом.

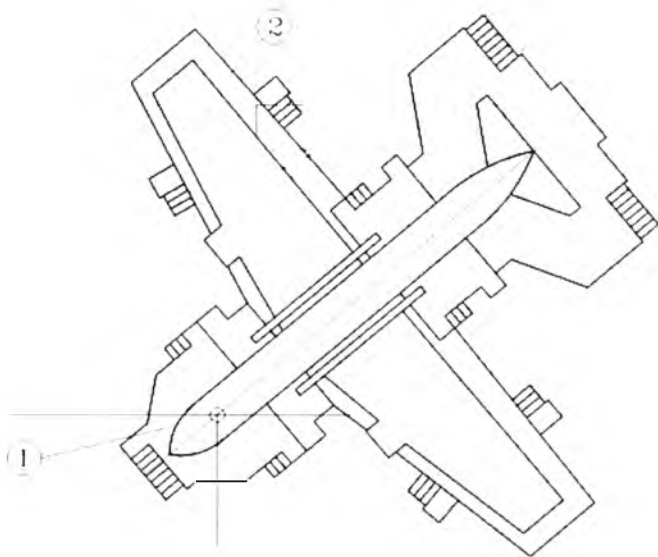


Рис. 10.7. Стенд стыковки ОЧК и монтажа систем:
1 – стремянки фюзеляжные; 2 – стремянки подкрыльевые

СТЕНД 3 схематично представлен на рис. 10.8.

Содержание работ, выполняемых на стенде 3:

1. Навеска двигателей, воздушных винтов ВСУ.
2. Монтаж всех систем на двигателях и управления двигателями.
3. Установка электрокоробок, сборок, ГИЗ, панелей ЭРАНО и подключение.
4. Окончательный монтаж жгутов ЭРАНО.
5. Испытание трубопроводов ПОС, ВО, СКВ, СРД, ТС, ППС, кислородной системы на герметичность.
6. Раздельная отработка створок и шасси.
7. Регулировка систем управления самолётом и двигателями.
8. Прозвонка цепей ЭРАНО и подключение.
9. Предъявление монтажей самолётных систем и ЭРАНО БТК.

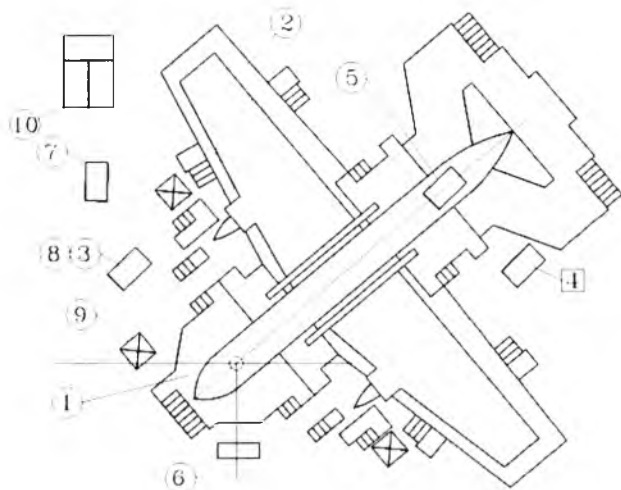


Рис. 10.8. Стенд монтажа силовых установок, испытания трубопроводных систем на герметичность, прокладки и прозвонки цепей ЭРАНО: 1 – стремянки фюзеляжные; 2 – стремянки подкрыльевые; 3 – стенд для промывки трубопроводов и испытания гидросистемы на герметичность; 4 – стенд для испытаний трубопроводов топливной и масляной систем; 5 – стенд комплексной отработки гидросистемы; 6 – стенд для испытаний на герметичность опрессовки СКВ; 7 – стенд для заливки и отработки гидросистемы; 8 – стенд для испытаний на герметичность кислородной системы и закачки кислородных бацлонов; 9 – стенд для испытаний на герметичность ПНС; 10 – стенд для контроля системы управления самолетом КСУ-114

СТЕНД 4 схематично приведен на рис. 10.9.

Содержание работ, выполняемых на стенде 4:

1. Оработка под током систем управления самолётом, двигателями, ГИШ.
2. Предъявление самолётных систем и ЭРАНО заказчику или независимой инспекции.
3. Установка оборудования интерьера: потолочных панелей с подключением к воздушным коробам; оконных панелей; панелей вестибюлей; фальш-панелей; багажных полок.
4. Демонтаж технологических панелей пола. Установка панелей пола и полок в багажном и переднем отсеках.
5. Установка ТЗИ под полом.
6. Установка туалетного модуля, буфета, гардеробов и перегородок.
7. Оработка ЭРАНО под током и сдача БТК.
8. Предъявление интерьера БТК.
9. ОТО заказчика (независимой инспекции).
10. Оработка ЭРАНО КИСом.
11. Установка зашивок и панелей интерьера в кабине экипажа.

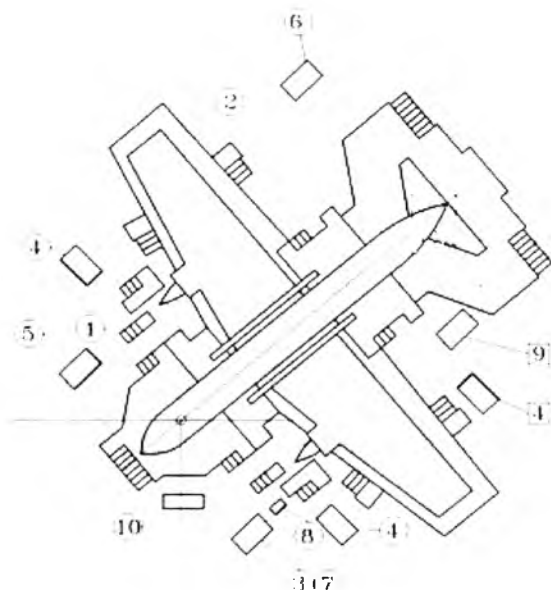


Рис. 10.9. Стенд для обработки под током электрических систем, ОТО ПЗ и монтажа интерьера: 1 – стремайки фюзеляжные; 2 – стремайки подкрыльевые; 3 – стенд комплексной отработки гидросистемы; 4 – стенд отработки энергетики; 5 – стенд для испытаний системы водоснабжения и удаления отбросов; 6 – стенд проверки герметичности волноводного тракта; 7 – вихревая установка; 8 – стенд для заливки и отработки гидросистемы; 9 – стенд для отработки аварийного выпуска шасси; 10 – подставки под опоры шасси; 11 – стенд для сборки стойки буфета

СТЕНД 5 схематично отражен на рис. 10.10.

Содержание работ, выполняемых на стенде 5:

1. Предъявление заказчику отработки ЭРАПО.
2. Залучивание изделия. Установка заливов.
3. Испытание на прочность и герметичность.
4. Испытание на водонепроницаемость.
5. Окраска.
6. Отработка КИСом после малярки.
7. Установка ковров, пассажирских кресел, бытового оборудования.
8. Предъявление установки ковров, кресел, бытового оборудования БТК.
9. Предъявление установки ковров, кресел, бытового оборудования заказчику.
10. Нивелировка и юстировка ДИСС.
11. Сдача па чистоту БТК.
12. Передача в летно-испытательный цех.

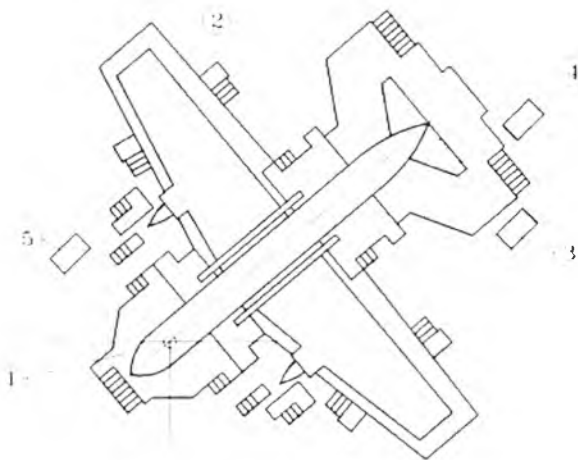


Рис. 10.10. Стенд предъявления представителю заказчика ЭРАПО, чистоты, започки, опрессовки, пивелировки и передачи на ЛИС: 1 – стремянки фюзеляжные; 2 – стремянки подкрыльцевые; 3 – стенд для испытаний фюзеляжа на герметичность и прочность; 4 – вихревая установка; 5 – стенд комплексной отработки гидросистемы

10.6. Конструктивно-технологическая характеристика и монтаж бытового оборудования

Бытовое оборудование самолета состоит из интерьера и кресел экипажа, пассажиров и бортироводника. Интерьер включает в себя: панели отделки пассажирского салона, вестибюлей и кабины экипажа; багажные полки; буфетную стойку; гардероб; туалетный модуль; полы.

Отдельные элементы интерьера изготавливаются из сотовых панелей, алюминия и выклейкой.

Для выполнения требования по внутренней акустике в конструкции интерьера пассажирского самолета применен принципиально новый метод виброизоляции – метод групповой виброразвязки элементов интерьера от каркаса фюзеляжа. Конструктивными элементами, обеспечивающими такую развязку, являются обода крепления потолочных, оконных панелей и багажных полок. Обода соединяются с конструкцией фюзеляжа через резиновые амортизаторы – прокладки.

Важной особенностью деталей интерьера является то, что все видимые детали внутренней отделки пассажирского салона кабины экипажа являются не только конструктивными, но и декоративными, в связи с чем к ним предъявляются повышенные требования по качеству исполнения, качеству и цвету поверхности, по транспортировке, хранению, сборке и монтажу. Одним из важ-

нейших требований является максимальное обеспечение взаимозаменяемости узлов и деталей, и, как следствие этого, обеспечение эксплуатационной технологичности интерьера.

Эти требования обеспечиваются:

- стендами для отработки интерьера;
- стендами комплектации элементов интерьера;
- макетами панелей.

Предварительные работы. Перед началом монтажа должны быть выполнены следующие работы:

- монтаж всех смежных систем;
- установлена тепло- и звукоизоляция;
- установлены технологические панели пола;
- установлены и проверены лоточки крепления все элементы каркаса, связанные с интерьером;
- все панели и багажные полки должны быть предварительно установлены и проверены в специальных комплектовочных стендах;
- на панели интерьера должны быть установлены предусмотренные чертежами плафоны, динамики, вентиляционные решетки, индивидуальные светильники;
- на каркасе должны быть установлены переходные кронштейны и профили для крепления интерьера.

Порядок монтажа. В кабине предварительно устанавливаются:

- панели интерьера;
- карниз над дверью;
- летные панели пола, вместо технологических;
- шкаф;
- кресла пилотов.

В пассажирском салоне последовательно устанавливаются:

- технологические обода;
- вентиляционный короб;
- панели в районе дверей;
- панели по шп.7;
- боковые потолочные панели;
- центральные потолочные панели;
- панель аварийного люка;
- оконные панели;
- багажные полки;
- панели фальшбортами;
- летные панели пола вместо технологических;
- туалетный модуль;
- стойка буфета;
- перегородка по шп. 38;
- перегородка и дверь по шп.44;

- кресло бортировщика;
- верхний и нижний шкафы по шп.7;
- кресла пассажиров.

Перечень применяемой оснастки:

- приспособление для сборки обводов;
- оснастка для монтажа и контроля посадочных мест под обода на фюзеляже;
- стенд комплектации багажных полок;
- рабочие макеты панелей интерьера;
- стенд для отработки интерьера пассажирского салона и вестибюлей;
- приспособление для проверки посадочных мест в рельсах стойки бунфета;
- приспособление для проверки посадочных мест в рельсах под туалетный модуль;
- приспособление для проверки посадочных мест в рельсах под пассажирские кресла;
- приспособление для входного контроля посадочных мест пассажирских кресел.

Глава 11

Герметизация самолетных конструкций

11.1 Герметики, используемые в конструкции самолета

Герметиками называются такие материалы, которые применяются для герметизации металлических и неметаллических конструкций, но в отличие от других средств герметизации используются не в виде готовых деталей или изделий, а распределяются путем технологических операций в зонах швов и обеспечивают их герметичность в условиях перепада давлений, переменных температур и нагрузений.

В настоящее время в авиационной технике применяется большое число разнообразных герметиков различного назначения.

Герметики разделяются на следующие основные группы:

- 1) невысыхающие пластические замазки;
- 2) самовулканизирующиеся пасты;
- 3) высыхающие или вулканизирующиеся при повышенной температуре замазки;
- 4) плёночные герметики.

На практике обычно применяется сочетание герметиков различного типа, и число возможных комбинаций для создания различных способов герметизации весьма велико.

Невысыхающие пластические замазки являются первыми специальными герметиками, применявшимися в авиационной промышленности для создания герметичных кабин высотных самолетов в послевоенный период.

Примером материала такого рода являются: замазка тиоколовая уплотнительная и замазка У20А.

Недостатками этих герметиков, ограничивающими область их применения, являются неустойчивая герметичность и ограниченная теплостойкость (до 60° С), что связано с текучестью под влиянием сжатия, перепада давлений и особенно повышения температуры.

В настоящее время герметики этого типа не имеют широкого применения и используются для герметизации только агрегатов, которые не предназначены для эксплуатации при повышенных температурах.

Самовулканизирующиеся пасты. Отличительной особенностью этих герметиков является их способность переходить под влиянием вулканизующих агентов при комнатных температурах из пастообразного в эластичное состояние, не давая при этом усадки.

Примером материала этого типа являются герметики У30 и УТ-31. Они могут наноситься на швы изделий шпателем или шприцем, а в случае разбавления разбавителями – кистью. Они обеспечивают устойчивую герметичность

соединений и могут применяться как для поверхностной, так и для внутришовной герметизации.

Высыхающие или вулканизирующиеся замазки. Замазки этого типа обладают способностью превращаться в резиноподобные материалы в результате испарения растворителя или процесса вулканизации, протекающего при повышенной температуре. При этом происходит резкое уменьшение пластичности материалов, что позволяет использовать эти герметики в более широком интервале температур. В качестве примера высыхающих замазок можно привести герметик ТГ-18, который переходит в резиноподобное состояние после термообработки при $T = 150-250^{\circ}\text{C}$.

Пленочные герметики. Такие герметики применяются в виде лаковых или клеевых растворов полимеров, и их назначение обычно состоит в создании сплошного покрытия по всей внутренней поверхности конструкций.

11.2. Применение герметиков

При герметизации соединений, узлов и агрегатов применяются полисульфидные и кремнеорганические герметики.

1. Полисульфидные герметики У ЗОМ, У ЗОМЭС-5, У ЗОМЭС-5М, УТ-32, ВИТЭФ-1, ВИТЭФ-2, ВЭР-1 предназначены для поверхностной и внутришовной герметизации клепаных, сварных и болтовых соединений авиационных конструкций, приборов и других изделий, работающих в интервале температур от -60° до $130-150^{\circ}\text{C}$.

Герметики УЗОМЭС-5, УЗОМЭС-5М рекомендуются для герметизации агрегатов (в том числе сотовой конструкции), изделий, работающих в среде воздуха и топлив Т-1, ТС-1, РТ. Среди перечисленных материалов они обладают наибольшим ресурсом в топливе при повышенных температурах.

Герметик УТ-32 рекомендуется для герметизации изделий отдельных агрегатов, работающих в воздушной среде. При герметизации топливных емкостей герметик УТ-32 рекомендуется применять только по герметикам УЗОМЭС-5НТ, УЗОМЭС-5М.

Герметики ВИТЭФ-1, ВИТЭФ-2 рекомендуются для герметизации агрегатов, работающих в воздушной среде, в том числе соединений из органического и силикатного стекла и агрегатов сотовой конструкции (ВИТЭФ-1). Герметик ВЭР-1 рекомендуется для герметизации агрегатов, работающих в воздушной среде, в том числе сотовой конструкции.

Вулканизация полисульфидных герметиков протекает при комнатной температуре без усадок и приводит к образованию эластичных материалов, обладающих высокой топливо- и маслостойкостью, водостойкостью, устойчивостью к воздействию тепла, света, озона и солнечной радиации.

2. Термостойкие кремнийорганические герметики ВИКСИНТ У1-18, ВИКСИНТ У4-21, ВГО-1, ВГО-4 предназначены для поверхностной герметизации.

Герметики ВИКСИНТ У1-18, ВИКСИНТ У2-18, ВИКСИНТ У4-21, ВГО-1, ВГО-4 рекомендуются для герметизации агрегатов изделий, работающих в среде воздуха и интервале температур от -60° до $250-300^{\circ}$ С.

Применяемые герметики должны удовлетворять требованиям действующих технических условий.

11.3. Способы и системы герметизации

В настоящее время применяются следующие способы герметизации болтовых и заклепочных швов топливных и воздушных отсеков:

- а) способ внутришовной герметизации, когда уплотнитель закладывается между соединяемыми деталями;
- б) способ поверхностной герметизации, когда уплотнитель накладывается поверх стыков, соединяемых деталей или только перекрывая стыки (жгут) или образуя сплошную рубашку из герметика (пленка);
- в) способ комбинированной герметизации, когда сочетаются первый и второй способы.

Применяющиеся системы герметизации отсеков в целом можно условно разбить на два вида:

- систему местной герметизации, когда герметизируются только стыки элементов (жгуты из герметика, наложенные сверху или зашприцованные в специальные каналы, гермошайбы на болтах и заклепках);
- систему общей герметизации, когда образуется сплошная рубашка из герметика (нанесение пленки на всю поверхность поливом или промазкой в сочетании со жгутами по стыкам в качестве «подушек»).

Как в первой, так и во второй системах способы герметизации варьируются в различных сочетаниях (рис. 11.1). Выбор способа герметизации стыков при проектировании, а также системы в целом зависит от ряда факторов и, прежде всего, определяется характером конструкции герметичного отсека, условиями его эксплуатации (с учетом возможности ремонта), физико-механическими и технологическими свойствами герметика.

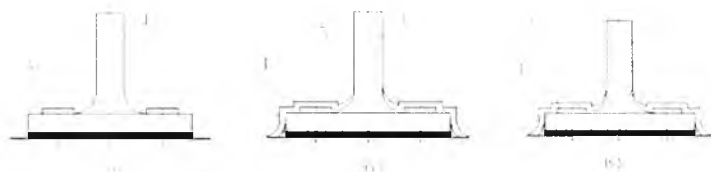


Рис. 11.1. Варианты герметизации типовых соединений:

- а* – внутришовная герметизация; *б* – поверхностная герметизация (жгут пленка);
- в* – комбинированная герметизация (внутришовная герметизация жгут пленка);
- 1* – болка; *2* – нижняя панель; *3* – внутришовный уплотнитель (герметик);
- 4* – жгут; *5* – пленка

При герметизации конструкций самолета наибольшее распространение получили следующие типовые технологические процессы герметизации

1. Типовой технологический процесс внутриповной герметизации неподвижных соединений, который выполняется в следующей последовательности:

- а) разработка предварительно собранных деталей и узлов соединений;
- б) подготовка поверхностей деталей и узлов соединений и герметизации;
- в) нанесение герметика на одну из соединяемых деталей;
- г) окончательная сборка соединений;
- д) заправка и удаление герметика, вжатого после сборки соединений;
- е) выдержка для герметизации герметика;
- ж) контроль качества герметизации.

2. Типовой технологический процесс герметизации неподвижных соединений поверхностным методом, который выполняется в следующей последовательности:

- а) подготовка поверхностей соединений к герметизации;
- б) нанесение герметиков и их растворов;
- в) выдержка для вулканизации;
- г) контроль качества герметизации.

Подготовка поверхностей соединений к герметизации.

• Для обеспечения надлежащей адгезии при применении герметиков УЗОМЭС-5НТ, УЗОМЭС-5М, ВИНСИНТ, ВИТЭФ и т.п. особое внимание следует обращать на тщательность подготовки поверхностей к герметизации.

• Подлежащие герметизации поверхности деталей при помощи пылесосов и волосяных щеток тщательно очищают от пыли, стружки и других загрязнений.

• Для удаления следов влаги, минеральных масел, жиров и прочих загрязнений поверхности соединений, подлежащих герметизации, протирают салфетками, смоченными в нефрасе С2- 80/120, с последующей сушкой на воздухе в течение 15 мин, а затем чистыми салфетками, смоченными в ацетоне с последующей сушкой на воздухе в течение 10-15 мин.

• Зона обезжиривания поверхности должна не менее чем на 30-50 мм превышать границы нанесения герметика с каждой стороны.

• В процессе работы необходимо следить за чистотой салфеток и растворителей. Обезжиривание поверхностей производить в присутствии БТК.

• При применении герметиков УЗОМЭС-5НТ и ВИКСИНТ для увеличения адгезии на обезжиренную поверхность следует наносить подслои:

П-9 (П-96) – для герметика УЗОМЭС-5НТ;

П-11 – для герметика ВИКСИНТ.

Подслои следует наносить мягкой кистью сплошным равномерным слоем. Зона нанесения подслоя должна на 5-10 мм превышать зону нанесения герметика с каждой стороны.

11.4. Технология нанесения герметиков

Внутришовная герметизация предусматривает выполнение следующего состава работ:

- Нанесение герметика на одну из сопрягаемых поверхностей детали с помощью шприцев или шпателя.
- Крепление соединяемых деталей и узлов при герметической сборке агрегатов должна производиться контрольными болтами, устанавливаемыми на расстоянии 60-80 мм друг от друга по толщине сопрягаемых элементов до 2 мм и на расстоянии 100-150 мм при большей толщине. При этом необходимо, чтобы избыток герметика, выдавленного наружу по кромкам деталей, был непрерывным по всей длине соединения.
- Сборка, клепка, постановка болтов и замена контрольных болтов должны быть закончены до окончания срока жизнеспособности герметика.
- Выдавленный герметик в отверстия под заклепки и болты продавить полированным шилом, которое очищают салфеткой, смоченной в бензине.
- Подтяжка болтов производится по истечении не более полуторного срока жизнеспособности герметика.
- Клепка герметических соединений выполняется в соответствии с требованиями, приведенными в РТМ-1136.

Поверхностная герметизация предусматривает выполнение следующего состава работ:

- Пастообразные герметики следует наносить с помощью пневматических или ручных шприцев, шпателей из неметаллических материалов.
- По истечении времени на двойной жгут из штапельного герметика и на заклепки нанести кистью несколько слоев кистевого варианта герметика (согласно чертежу). Каждый слой герметика до нанесения последующего выдерживать при $T = 15-35^{\circ} \text{C}$ не менее времени одной жизнеспособности.
- По истечении 24 ч после нанесения последнего слоя герметика изделия можно передавать для проведения последующих монтажно-сборочных работ.

После выполнения операций нанесения герметиков на сопрягаемые поверхности осуществляются операции сушки и вулканизации.

Сушка и вулканизация герметиков выполняются с соблюдением технических требований в следующей последовательности:

- Полисульфидные и кремнийорганические герметики вулканизуются в обычных условиях при нормальной температуре. Герметики типа ВГО способны вулканизироваться и при отрицательных температурах (до -30°C).
- Скорость процесса вулканизации герметиков зависит не только от количества вводимых катализаторов, но и от температуры и относительной влажности воздуха.

• Процесс полной вулканизации – трое суток. Для сокращения выдержки в изделии до испытания рекомендуется прогрев изделий, загерметизированных полисульфидными герметиками. В этом случае изделие после нанесения последнего слоя герметика выдержать при комнатной температуре не менее 12 ч, а затем прогреть при $60 \pm 5^\circ \text{C}$ в течение 30 ч или при $70 \pm 5^\circ \text{C}$ – в течение 24 ч, или 12 ч, если жизнеспособность герметика не превышает 4 ч.

После выполнения герметизации осуществляется контроль:

- качества применяемых компонентов герметиков, растворителей;
- качества приготовления и времени использования герметиков;
- непроницаемости герметизированных соединений агрегатов рабочей средой или пробным газом.

Окончательный контроль качества герметизации производится путем оценки степени герметичности загерметизированных агрегатов при нормальной температуре, по режимам и нормам, установленным для каждой конструкции. Герметизированный агрегат испытывается на герметичность:

- а) после выполнения внутришовной герметизации – сжатым воздухом (через 3 суток);
- б) после выполнения поверхностной герметизации – дождеванием (через 3 суток) или топливом (через 5 суток).

Герметизация заделок электрических проводов в электрические соединения имеет свои особенности.

Герметизация заделок проводов в электрические соединители типа ШР, 2РТ, 2РМ, 2РМД, РС, РПКМ, РП производится с целью исключения попадания соединителей воды, топлива и других жидкостей и осуществляется заполнение внутренней полости соединителя герметиком.

При выборе основных материалов для герметизации заделки проводов и соединителей в зависимости от условий эксплуатации руководствоваться данными, приведенными в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Условия эксплуатации	Наименование материала	ГОСТ, ГУ	Приготовление и применение	Подслой
Воздушная среда	Пеногерметик ВПГ-2,1	ОСТ 190049-88	ОСТ 190049-88	П-12 ТУ 36-103258
	Герметик ВИК-СИИГ У-2-28		ОСТ 190058-72 ГУ 38.0034008	П-9 ИИ 1.2.090 И-11 ТУ38.103174
Среда масла и топлива	Герметик ВГО-1	ТУ 103211-76	ИИ 1.2.017	П-11
	Герметики ВГФ-1, ВГФ-2	ГУ 38.10385-75	Инструкция ВИАМ № 934-68	П-12*) П-9-П-11
Герметики ВГО-1 и ВГФ-2 применяются для поверхностной герметизации.				

Типовой технологический процесс герметизации заделок электрических проводов в электрические соединители выполняется в следующей последовательности:

1. Очистка и обезжиривание поверхностей.
2. Нанесение подслоев.
3. Защита контактных поверхностей от попадания герметика.
4. Установка патрубка соединителя.
5. Намотка под хомут ленты из резины.
6. Заливка полости соединителя герметиком.
7. Контроль и сборка соединителя после заливки.
8. Поверхностная герметизация соединителя.

Глава 12

ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ОСНАСТКА

12.1. Подъёмно-транспортное оборудование и требования безопасности

Подъёмно-транспортное оборудование должно надёжно выдерживать все действующие нагрузки, обеспечивать безопасные условия труда и сохранность перемещаемых грузов.

Как правило, все помещения авиационных предприятий оснащаются верхними грузоподъёмными устройствами: мостовыми и подвесными кранами, кран-балками, тельферами. Для перемещения грузов возникает необходимость в грузовых приспособлениях, таких как чалки, траверсы, такелажные узлы, поддоны, контейнеры, при заказе которых необходимо определить и задать следующие параметры:

- основные точки крепления;
- базовые линии контура;
- веса агрегатов, узлов и деталей самолёта, а также их центровку;
- основные рабочие чертежи конструкции;
- детальные чертежи точек крепления;
- производственную планировку.

Каждая траверса должна быть испытана по заложенной в проект схеме нагружения. На траверсе указываются грузоподъёмность и сроки периодических испытаний.

При необходимости такелажные узлы и стропы траверс имеют кожухи, защищающие перемещаемые агрегаты и подборы от механических повреждений в процессе транспортировки.

Как правило, для перемещения подборок и агрегатов самолётных конструкций оформляются схемы замаливания и транспортировки, в которых обязательно указываются:

- тип, наименование грузоподъёмного устройства;
- применяемые траверсы, такелажные узлы;
- места установки страховочных строп (предохраняющих агрегат от раскачки в процессе подъёма);
- допускаемые направления перемещения;
- даётся схема зачаливания с указанием всех точек крепления.

В качестве средств подъёма самолёта при техническом обслуживании и производстве регламентных и ремонтных работ используются подъёмники и домкраты с гидравлическим или механическим приводом.

Подъёмник необходимо проверять на устойчивость от опрокидывания из условия установки подъёмника на наклонной под углом $\alpha = 3^\circ$ к площадке и нагружения его эксплуатационной нагрузкой.

Для подъёма агрегатов верхним транспортом используются такелажные узлы и чалки или траверсы. Применение траверс необходимо из-за сложной пространственной формы агрегатов.

При проектировании подъёмных траверс определяющими факторами являются вес, центровка подъёмного объекта, расположение точек крепления, жесткость поднимаемого агрегата. Грузоподъёмность траверс должна быть не менее максимально возможного веса поднимаемого изделия. При этом точка подвеса траверсы должна совпадать с центром тяжести как траверсы, так и системы траверс – поднимаемый агрегат. В процессе производства вес и центр тяжести подборок претерпевают изменения, а требование неоднократной перекладки из стапеля в стапель приводит к необходимости создания траверс с переставными или несколькими узлами подвеса. При этом для сохранения пространственного положения самой траверсы используют съёмные балансировочные грузы.

В целях сокращения номенклатуры оснащения предпочтительно создание универсальных траверс для подъёма нескольких типовых подборок.

При перекладке агрегатов возникает необходимость квантования на углы 90° или 180° . Данный процесс, как правило, при углах разворота до 90° осуществляется двумя кранами при использовании двух траверс. При потребности разворота более чем на 90° он выполняется в два перехода, либо создаются специальные траверсы – кантователи.

Для зачаливания агрегатов к траверсам при отсутствии специальных точек крепления используются специальные ленты или такелажные узлы.

12.2. Оснащение организационно-технологической оснасткой агрегатного производства

Организационно-технологическая оснастка – продолжение стапельной оснастки сборки узлов, агрегатов самолёта.

Для производства сборки агрегатов самолёта необходимо оснащение участка сборки оснасткой, продиктованное конструкцией и технологией.

При создании оснастки необходимо использовать унифицированные конструкции, применяемые в авиастроении. Необходимо достигать уменьшения веса и повышения прочности конструкции путём целесообразного использования материала, применения рациональных схем, компактных конструкций с учётом современных требований дизайна.

Рациональные конструкции оснастки направлены на повышение работоспособности, технологичности с учётом требований техники безопасности.

Организационно-технологическая оснастка обеспечивает сборку самолёта, его доводку до полётов и послеполётную эксплуатацию.

Для обеспечения правильного расположения агрегатов в пространстве при сборке, стыковке, отработке и их покраске и для обеспечения удобных подходов ко всем точкам поверхности самолёта служит современная организационная оснастка.

Организационная оснастка подразделяется на следующие группы:

- 1) рабочие места (стремянки, эстакады и т.д.);
- 2) стыковочные стенды;
- 3) подъёмники и ложементы;
- 4) тележки, транспортные устройства;
- 5) вспомогательное оборудование (стеллажи, шкафы, верстаки, столы и др.).

Выбор оптимальной конструкции того или иного вида оснастки зависит от целого ряда факторов. Важнейшими из них являются:

- а) серийность изделия;
- б) частота смены объекта производства.

Для обеспечения агрегатной сборки участок цеха оснащается конструкциями, оборудованием организационного характера:

1) стеллажами для хранения самолётных деталей, нормалей и шкафами для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, лакокрасочных материалов, герметиков, клеев;

- 2) слесарными верстаками для сборки;
- 3) столами для мастера, контролёра и подготовителя;
- 4) шкафами для документации.

Кроме того, участок оснащается необходимыми подъёмниками, козелками, ложементами и стеллажами.

Подъёмники-ложементы. Под этим названием подразумевается организационная оснастка, служащая для подъёма, установки и регулировки по высоте агрегатов летательных аппаратов. К таким видам организационной оснастки относятся упорные подъёмники, ложементы, регулируемые по высоте домкраты и различного типа подъёмники для агрегатов летательных аппаратов.

Все виды организационной оснастки применяются как в заводских, так и в аэродромных условиях, поэтому в дальнейшем не будет особой оговорки о применении данной оснастки.

К подъёмникам всех типов, предъявляются следующие требования:

- а) абсолютная безопасность при подъёме агрегата как для обслуживающего персонала, так и для агрегата летательного аппарата;
- б) лёгкость и удобство в работе, т.е. физическое усилие рабочего на рукоятке командного механизма (штурвале, ручке насоса и пр.) не должно превышать 15 кг;
- в) наличие страховочного (запирающего) механизма, предназначенного для удержания груза от падения при выходе из строя какого-либо узла подъёмного устройства.

Рассмотрим некоторые типовые виды подъёмников.

Для отработки систем работы шасси, для смены или монтажа какого-либо агрегата, нивелировки летательного аппарата и для выполнения других различных работ необходимо произвести подъём самолёта. Для этой цели под такелажные узлы летательного аппарата устанавливаются гидравлические или винтовые подъёмники.

Гидроподъёмник представляет собой пространственную ферму из трёх стальных стоек, в центре которой на шарнирах закреплён силовой гидроцилиндр со штоком. Нижняя часть гидроцилиндра поддерживается тремя подкосами. Шток гидроцилиндра в верхней своей части имеет шаровую головку для упора в гнездо такелажного узла самолёта.

Гидроподъёмник снабжён тремя обрешеченными колёсами и водилом для его транспортировки по аэродрому или цеху.

Для фиксации подъёмника на полу цеха имеются три пяты, снабжённые шаровой опорой и винтом для их выдвижения.

Давление под поршнем гидроцилиндра создаётся путём подкачки гидро-смеси ручным насосом из гидробака.

Гидробаком служит одна из полых стоек подъёмника.

Стремянки и лестницы. Наиболее распространённым видом организационной оснастки являются подставки, лестницы, стремянки.

Стремянки должны выполняться:

1) в виде лёгких конструкций, передвигаемых поочерёдно к местам производства работ, т.е. быть мобильными;

2) в виде сплошных настилов с одним или несколькими ярусами, обеспечивающими подход к любой точке обслуживаемого агрегата.

Во втором случае рабочие места (РМ) получаются более тяжёлыми и неподвижными, но зато создают максимум удобств для работающих одновременно на различных участках, особенно двухъярусные настилы резко увеличивают производственную площадь.

Ферменные конструкции таких стремянок, имеющие большие пролёты, много этажей настилов и регулируемые по высоте стойки ног позволяют использовать их при различном положении самолёта.

Регулировку выдвижных ног стремянок по высоте особенно удобно использовать при запуске нового изделия, когда ещё не отработалась окончательно высота установки машины. Регулировка осуществляется с помощью переносного механизма, либо с использованием верхнего транспорта цеха (кранбалок).

При проектировании крупногабаритных РМ, используемых в аэродромных условиях, необходимо предусматривать определённое количество разлёзов конструкции для обеспечения транспортировки оснастки в железнодорожных вагонах.

Для более плотной упаковки РМ в вагонах приходится выполнять членение конструкции стремянки на панели с последующей сборкой РМ в эксплуатирующих частях.

Разбивка конструкции РМ на панели и блоки удобна и с технологической точки зрения, так как позволяет значительно расширить фронт работ при изготовлении РМ.

Основной частью рабочих мест является настил. Настил должен быть прочным и хорошо сопротивляться прогибу. Поверхность настила должна обладать достаточным трением для предотвращения скольжения ног работающих и в то же время быть гладкой, чтобы не было возможности скопления пыли, мелких деталей, стружки и пр.

Существуют несколько видов настилов: дощатый, фанерный, дюралевый с фигурными вырезами, дюралевый с головками заклёпок. Для изготовления настилов внутризаводских РМ удобно использовать дощатые и фанерные настилы.

Для РМ чаще применяют зашивку обрешётки 10-12 мм фанерой. При относительно небольшом удельном весе и квадрате обрешётки до 1 м фанера обладает необходимой жесткостью. Стыки листов фанеры закрываются металлической полосой толщиной 0.8-1 мм и шириной 80 мм с помощью винтов впопай или заклёпок. Крепление листов фанеры с обрешеткой фермы производится с помощью лапок, приваренных к поясам ферм, и винтов с гайками. Размеры решётки, к которой крепится лист настила, диктуются отображениями жёсткости листа.

Деревянные настилы ограничены внутрицеховым применением, так как под воздействием атмосферных осадков фанера и доски очень быстро выходят из строя. Кроме того, деревянные настилы опасны в пожарном отношении и требуют постоянного наблюдения с этой стороны.

Для улучшения мобильности рабочих мест, для облегчения веса, а также для использования их для работы под открытым небом настилы аэродромных стремянок выполняются из штампованных дюралюминиевых листов. Выштамповки листов могут быть самыми разнообразными и служат как для увеличения жёсткости настила, так и для предотвращения скольжения ног работающих.

Иногда настилы изготавливают из гладкого листа металла, но в этом случае по всей поверхности настила приходится устанавливать заклёпки, головки которых предотвращают скольжение по настилу.

В последние годы получает распространение оклейка поверхностей настилов специальной водостойкой наждачной шкуркой на тканной основе.

Шкурка марки ЭД-40 приклеивается к металлу клеем КР-5-18. Шкурка хорошо противостоит стиранию и устраняет скольжение, поэтому рекомендуется склеивание ею как металлических, так и деревянных настилов.

Одной из основных частей рабочего места являются лестницы, которые должны быть удобными для подъёма и удовлетворять требованиям техники безопасности.

Лестницы с плоскими ступеньками обязательно имеют перила с поручнями, расположенные на высоте приблизительно 860-900 мм от ступеньки. Рекомендуемый уклон лестниц этого типа 30-45°, ширина ступенек приблизительно равняется шагу ступеньки и должна быть равна 200-300 мм. Ширина лестниц не должна быть меньше 600 мм и не более 1 м.

Ступеньки лестниц могут быть дощатые, толщиной 30-40 мм или металлические с выштамповками.

При большой длине ступенек необходимо под них подкладывать трубу, либо уголок для предохранения от падения при переломе дощатой ступеньки. Также как и настилы, ступеньки могут оклеиваться водостойкой наждачной шкуркой.

Лестницы – трапы, как уже говорилось, имеют ступеньки в виде труб. Применение таких лестниц на оснастке должно вызываться только крайней необходимостью, так как они неудобны для подъёма и, особенно, для спуска людей по ним. Обычно трапы ставятся в теснённых зонах рабочих мест и большей частью в вертикальном положении или близком к нему (уклон не более 15°). Перила на трапах не устанавливаются. Ступеньки должны быть удобны как для наступания ногой, так и для перехвата ступенек руками. Диаметр труб применяется равным 30-35 мм, при высоте трапа выше 1.5 м его необходимо оснащать предохранительными кольцами, проходящими через каждые 0.5 м.

Если компоновка рабочего места такова, что лестница или трап проходят в люк верхнего этажа, то необходимо предусматривать ограждение люка перилами обычного вида.

Вход в люк должен перекрываться предохранительной откидной штангой. Настилы и силовые фермы рабочего места опираются на землю с помощью ног. Ноги могут быть ферменного или стоечного типа. Такие ноги – стойки воспринимают вес настила рабочего места и вес работающих на нём людей с инструментом. При расчёте необходимо проверять стойки на продольную устойчивость.

Большой опасностью для работающих на станках и небольших рабочих местах является опрокидывание последних при односторонней нагрузке или при приложении горизонтальной силы на высоте. Зарубежные специалисты на основании статистических данных считают безопасным соотношение:

- расстояние от опоры до центра тяжести;
- высота центра тяжести системы от основания.

Для более точного определения момента опрокидывания необходимо составить уравнение моментов относительно точки опоры, для чего необходимо знать вес рабочего места и положение его центра тяжести, вес полезной нагрузки, расположенной на краю настила. Необходимо также предусмотреть,

что каждый человек может приложить горизонтальную силу величиной 15 кг (например, отталкиваясь от агрегата).

Необходимым условием безопасности стремянки от опрокидывания следует считать установку опорных домкратов на раме или на откидных аутригерах. Иногда для превращения несамоориентирующегося колеса в опорную точку применяется стопорение его винтов.

Однако более надёжной фиксацией необходимо считать установку самоориентирующихся колёс с пропущенным сквозь поворотною ось домкратом. Такой узел, кроме лёгкой ориентации колеса, удобно сочетает в себе и достаточно компактный упорный домкрат.

Существует большое количество унифицированных конструкций самоориентирующихся колёс и колёс с одной степенью свободы.

Диаметры колёс варьируют от 100 до 400 мм. Они покрываются твёрдой резиной в пресс-форме.

Организационная оснастка устанавливается на рабочих местах. Обычно ею служат небольшие верстаки, стеллажи и специальные ящики для хранения мелких деталей и инструмента. На рабочих местах, как правило, устанавливают конторки мастера и контролёра и полки для раскладки чертежей. Так как хранение деталей на рабочем месте носит кратковременный характер, стеллажи, обычно, изготавливаются упрощённой конструкции и чаще всего представляют собой настил, иногда даже выходящий за пределы рабочего места.

В связи с большими размерами чертежей и необходимостью их изучения на рабочем месте выставляется требование о создании лёгких и длинных полок, чаще всего откидных по всей длине. Ширина полки принимается равной 800 мм, поверхность полки должна быть гладкой для предупреждения порыва чертежа. Обычно столы изготавливаются из 5 или 6 мм фанеры. Иногда устраиваются специальные рейки для развешивания чертежей.

Одним из основных требований к рабочим местам является их качественная и рациональная окраска. От соблюдения правил окраски зависит не только внешний вид стремянки, но и ее правильное использование, прочность и надёжность, а также безопасность и удобные условия труда работающих на ней людей. В последние годы выработались определённые нормы для окраски как внутрицеховых рабочих мест, так и рабочих мест, используемых в аэродромных условиях.

Согласно этим нормам, весь каркас стремянки окрашивается в голубой или светло-салатовый цвет для внутрицеховых рабочих мест, и в темно-зеленый – для аэродромных. Очень удобна окраска оргоснастки, применяемая для различных изделий, в свой, характерный только для данного изделия, цвет.

Рабочая поверхность настила внутрицеховых рабочих мест может быть окрашена в светло-коричневый цвет. В ярко-оранжевый цвет окрашивается верхняя труба всех перил и ограждений, а также все опасные и ответственные участки рабочего места, например, рукоятки штурвалов механизмов, откидные штанги, запирающие выход на лестницу, винты домкратов, фиксаторы, фикси-

рующие съёмные или отодвигающиеся узлы и пр. Такая окраска привлекает внимание только на ответственные участки и не отвлекает рабочих от основного процесса работы.

Окраска рабочих мест производится эмалевыми красками по тщательно зачищенной поверхности. При окраске аэродромных рабочих мест необходима особо тщательная зачистка окрашиваемой поверхности, грунтовка, а затем окраска эмалевыми красками. Необходимо регулярно перекрашивать оснастку, так как неокрашенные поверхности очень быстро разъедаются коррозией, что, в свою очередь, может привести к выходу из строя и поломке поясов ферм и других ответственных узлов.

Особенно тщательный уход должен быть организован за рабочими местами, используемыми в полевых условиях.

При ремонте и осмотре стремянок необходимо очень тщательно осматривать каждый стержень, так как подчас выход из строя лишь одного стержня может привести к потере устойчивости всей фермы.

Большое значение для правильной эксплуатации рабочего места имеют прикрепляемые на видном месте предохранительные таблички с подробной информацией о назначении рабочего места, его расположении возле летательного аппарата (левый, правый), максимально допустимом количестве людей, одновременно работающих на рабочем месте и краткой инструкции об использовании рабочего места. Таблички изготавливаются из тонкого дюралюминиевого листа с нанесением информации методом глубокого травления или гравирования с последующим заполнением краской, изготовление табличек фотоконтактным способом нежелательно, так как надписи под воздействием солнечных лучей очень быстро выцветают и становятся неразличимыми. Срок годности табличек несколько продлевает покрытие поверхности надписей бесцветным лаком.

12.3. Оснащение стремянками агрегатов, стыкочных стенов и собранного самолёта

В самолётостроении размеры, форма и точность сборочных единиц определяются размерами и формой сборочных приспособлений. Размеры, форма и точность в сборочных приспособлениях обеспечиваются положением базирующих элементов и фиксаторов относительно друг друга при их установке на каркасе приспособления. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к планеру самолёта и его узлам и агрегатам, определяют документальные отклонения на соответствующие размеры сборочных приспособлений.

Изготовление базирующих элементов приспособления и их установку на каркас производят в соответствии с конкретным методом элементов проектируемого сборочного приспособления.

Метод монтажа – это система координации базирующих элементов сборочного приспособления при их установке на каркасе. Эта система является частью общей системы – метода увязки заготовительной и сборочной оснастки.

Соединение-стыковку собранных отсеков в агрегат, а агрегат – в самолёт производят по фланцевым, вильчатым или телескопическим стыкам.

При соединении отсеков между собой происходит их взаимная ориентация базовым поверхностям стыка.

Конструкция стыковочного стенда обеспечивает установку стыкуемых отсеков по нивелировочным данным и точное совмещение базовых поверхностей стыка.

Для стыковки агрегата Ф-1 с Ф-2 агрегат Ф-1 устанавливается на ложементы. Основа ложементов состоит из металлического каркаса. По контурам ложементы обклеены войлоком для исключения механических повреждений поверхности агрегата. Каждый ложемент опирается на два винтовых трапецидальных подъёмника с гайкой регулировки по высоте. Каждая винтовая опора установлена на тумбы, выполненные из труб или уголков. Каждая тумба ложементов объединена в общую раму, выполненную из швеллера. К этой раме снизу установлены колёсные узлы с реборами. Эти колёса движутся по рельсовому пути, установленному по направлению полёта. Положение агрегата Ф-1 от пола до СГФ (строительная горизонталь фюзеляжа) 3300 мм регулируется до горизонтального положения СГФ с помощью винтовых опор.

Стенд оснащён стремянками, установленными между шп.11 и шп.12, с высотой стремянки 1000 мм от пола.

После установки агрегата Ф-1 в необходимое положение производится стопорение четырёх колёс с помощью прижимных винтов.

Агрегат Ф-2 установлен на ложементы по шп.12, шп.13, шп.27, шп.36, шп.37 с высотой до СГФ 3300 мм.

Агрегат Ф-3 также установлен на ложементы по шп.41, шп.48, объединённые в общую раму по рельсовому пути с высотой от пола до СГФ 3300 мм.

По наружному контуру фюзеляжа Ф-1, Ф-2, Ф-3 установлены стремянки, выполненные из труб или уголков с настилами и снабжённые ориентируемыми колёсами, домкратами и лестницами.

Для обеспечения технологичности по применяемости стремянки разделены на отдельные блоки. Настилы этих стремянок находятся на уровне пола самолёта, что и обеспечивает обработку обтекателя и двери.

Под фюзеляжем имеются несколько блоков низких стремянок-подставок для обработки монтажа в люках. Для межцеховой перекатки состыкованного фюзеляжа между цехами он снабжён двумя технологическими колёсными узлами, имитирующими основные лётные шасси самолёта. Эти технологические колёсные узлы установлены на разъёмах центроплана – ОЧК.

Для обслуживания собранного самолёта самолёт полностью оснащён стремянками как для цеха покраски, так и для эксплуатации на аэродроме.

В цехе покраски самолёт стоит на колёсах в стояночном положении. Вокруг расставлены стремянки по фюзеляжу, по крылу, по килю и обеспечивают нормальный доступ по всем точкам поверхности самолёта при окраске. Стремянки выполнены откатными со стопорящими опорами- домкратами. Настилы стремянок выполнены из листов фанеры или из рифлёных дюралевых листов.

Для обслуживания самолёта в аэродромных условиях расстановка стремянок производится аналогично расстановке в цехе покраски, где дополнительно укомплектованы входными трапами.

В цехе окончательной сборки самолёт установлен в горизонтальном положении СФГ – с высотой 3300 мм от пола.

Самолёт установлен на гидронодъёмниках по шп.9 – 1 шт.; шп.27 – 2 шт. Кроме того, установлены страховочные ложементы по шп.12-13 и шп.36. Вокруг фюзеляжа, киля, стабилизатора и крыла расставлены стремянки, а также установлены два перекидных помоста над крылом между шп.20 и шп.34 по борту фюзеляжа. Также установлены под самолётом стремянки, над фюзеляжем – два съёмных моста, в районе шп.12-13. и шп.38-39 установлены на боковые фюзеляжные стремянки. Над поверхностью фюзеляжа по оси симметрии самолёта натянут страховочный трос, между шп.13 и шп.38, закреплённый к перилам мостов. Страховочный трос служит для страховки работающих, для закрепления фалов страховочных поясов, работающих на поверхности фюзеляжа.

Все оснащенные стремянки обеспечивают технологичность производства работ.

Стыковочный стенд и его оснащение. В самолётостроении размеры, форма и точность сборочных единиц определяются размерами и формой сборочных приспособлений. Размеры, форма и точность в сборочных приспособлениях обеспечивают положение базирующих элементов и фиксаторов относительно друг друга при их установке на каркасе приспособления.

В соответствии с требованиями, предъявленными к планеру самолёта и его узлам и агрегатам, определяют допустимые отклонения на соответствующие размеры сборочных приспособлений.

Изготовление базирующих агрегатов приспособления и их установку на каркас производят в соответствии с конкретным методом увязки заготовительной и сборочной оснастки и конкретным методом монтажа элементов проектируемого сборочного приспособления.

Метод монтажа – это система координации базирующих элементов сборочного приспособления при их установке на каркасе. Эта система является частью общей системы – метода увязки заготовительной и сборочной оснастки.

Соединение-стыковку собранных отсеков в агрегат, а агрегатов – в самолёт производят по фланцевым, вильчатым или телескопическим стыкам.

При соединении отсеков между собой происходит их взаимная ориентация к базовым поверхностям стыка.

Конструкция стыковочного стенда обеспечивает установку стыкуемых отсеков по нивелировочным данным и точное совмещение базовых поверхностей стыка.

В качестве примера приведём описание схемы стыковки отсеков Ф-1 и Ф-2. Принцип работы стыковочного стенда состоит в следующем:

- стыкуемые отсеки Ф-1 и Ф-2 располагают вдоль оси симметрии и строительной горизонтали самолёта;
- отсек Ф-2 закрепляют на стенде неподвижно, а отсек Ф-1 имеет возможность перемещения относительно отсека Ф-2.

Стыковочный стенд состоит из трёх тележек. Тележка для стыковки Ф-1 с Ф-2 снабжена манжетами, закреплёнными на раме, которая вместе с носовым отсеком Ф-1 может перемещаться в поперечном, вертикальном и продольном направлениях.

Перемещения могут осуществляться механическим путём от привода и вручную от штурвалов. Тележка в рабочем положении фиксируется штыревыми фиксаторами и кронштейном. Рама состоит в основном из стоек, связей и раскосов, которые изготовлены из труб. Трубы разного диаметра, начиная с 20 мм и диаметром 50 мм. Связи, стойки и раскосы соединены между собой сваркой. Сама рама располагается на двух домкратах. К раме также прикреплены два колеса, для того чтобы тележку можно было откатить, когда на ней нет агрегата.

На тележке с двух сторон смонтированы измерительные устройства. Тележка перемещается по рельсовому пути. Управление всеми движениями тележки производится с центрального пульта. Боковые измерительные устройства, смонтированные на раме тележки, могут отводиться в исходное положение и фиксироваться штырями в кронштейнах. Измерительные устройства, расположенные снизу агрегата, могут подниматься и опускаться от штурвала и фиксироваться в рабочем положении штырями. Тележка окрашена в светло-голубой цвет, а ложементы – в оранжевый цвет.

Каждая сборка, узел, агрегат собирается из отдельных деталей, подборок, элементов, которые должны соединяться в определённой последовательности. Рассматриваемый стык Ф-1 с Ф-2 состоит из обшивки, силового шпангоута, на котором по окружности нанесены отверстия крепёжных болтов, гаек и шайб.

Перед разработкой технологического процесса стыковки Ф-1 с Ф-2 разрабатывается схема стыковки. Она является графическим изображением последовательности стыковки агрегата Ф-1 с агрегатом Ф-2. На схеме стыковки показана очерёдность соединения агрегатов. Стыковка Ф-1 с Ф-2 производится по следующим этапам:

- 1) предварительная стыковка;
- 2) подгонка и прирезка припусков;
- 3) нанесение герметика;
- 4) окончательная стыковка и подрезка герметика;
- 5) соединение систем.

При предварительной стыковке агрегатов Ф-1 сводится с агрегатом Ф-2. Предварительно состыковав агрегаты, совмещают отверстия под стыковые болты и вставляют в них технологические болты, после чего производят подгонку и прирезку припуска. Затем агрегаты снова расстыковывают, стыкованные поверхности обезжиривают и наносят на них герметик. После нанесения герметика производят окончательную стыковку и подрезку выдавившегося герметика.

Последней операцией стыковки является соединение систем.

12.4. Специальные транспортные средства, применяемые при перемещении агрегатов и узлов самолёта

Для перемещения агрегатов и узлов самолёта Ил-114 по территории завода необходимы технологические средства транспортировки – телеги, которые обеспечивают межцеховые перевозки, и на них же осуществляется окраска. Конструкция телег определяется по прямой зависимости от габаритов, формы, веса и обеспечения техники безопасности.

К нагружению тележек при движении в условиях аэродрома и по территории завода предъявляются особые требования. Для буксируемых тележек с пневматическими колёсами, передвигающихся со скоростью до 20 км/ч, а также для изделий (стремянок, подъёмников и т.п.) с жёсткими обрешиненными колёсами, буксируемых со скоростью до 10 км/ч, случаи нагружения и эксплуатационные перегрузки рекомендуется принимать по табл. 12.1. Для тележек, буксируемых вручную внутри помещения, расчётные перегрузки принимаются по табл. 12.1, уменьшив значение в 2 раза.

Таблица 12.1

Расчётный случай	Движение	Поворот при движении	Трогание-останов	Вверх
Схема нагружения Объект- тележка				Нагружается по центру тяжести груза, транспортируемого на тележке
Экспл. перегрузка, n^*	2,5	1,25	1,0	-1,2

На основе указанных выше требований применяются телеги:

1) Для транспортировки агрегатов Ф-1 с опорой на ложементы по шп.2-3; шп.10-11, с высотой от пола до СГФ 2400 мм. Агрегат переводится в направлении движения телеги по полёту.

2) Для транспортировки отсеков фюзеляжа с шп.39-48. Данный отсек закладывается на ложементы по шп.41-47. Направление движения по направлению полёта.

3) Для транспортировки фюзеляжа с шп.48-54. Закладывается на ложементы по направлению полёта.

4) Для транспортировки центроплана с отсеком фюзеляжа шп.23-27. Устанавливается на ложементы по плоскостям разъёма.

5) Для транспортировки стабилизатора. Устанавливается на ложементы по 5 нервюре.

6) Для транспортировки киля и руля направления. Устанавливается на ложементы по 2 и 9 нервюре в горизонтальном положении.

7) Для транспортировки ОЧК. Устанавливается на ложементы по нервюрам 4 и 14 в горизонтальном положении.

8) Для транспортировки двигателя. Устанавливается по передним и задним узлам навески.

9) Для транспортировки малогабаритных конструкций: закрылков, предкрылков, сотовых панелей пола, дверей и стекол, которые оборудованы специальными устройствами.

Конструкция телеги выполнена из специальных прокатов – швеллеров, узлов и труб. Телеги снабжены стопорными домкратами, водилами и страховочными тросами.

Глава 13

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОРАДИОЖГУТОВ И ЭЛЕКТРОСБОРОК

В настоящей главе раскрываются технологические этапы изготовления электронных жгутов, электронных сборок и силовых проводов для самолета Ил-114, у которого количество электронных жгутов составляет 313 шт., а количество электронных сборок -152 шт.

13.1. Эталонирование, изготовление лётных жгутов, силовых проводов и электросборок

Эталонирование, изготовление лётных жгутов, силовых проводов и электронных сборок производится по документации генерального конструктора самолета.

Технологическое бюро цеха изготовления составляет предварительные эскизы жгутов, с учётом длин проводов в конструкторской документации, и передаёт в технологическое бюро цеха-потребителя электронных жгутов для расчета размеров, исходя из условий монтажа электронных жгутов на самолёте.

Цех-изготовитель электронных жгутов по полученным эскизам от цеха потребителя производит разметку плаза и изготавливает электрожгуты для эталонирования на самолёте.

Принятые ОТК электрожгуты передаются цеху-потребителю, который производит монтаж электрожгутов, установку покупных комплектующих изделий (ПКИ), электросборок на самолёте в соответствии с документацией генерального конструктора самолета и производит эталонирование электрожгутов с отметкой мест заделки проводов в наконечники, электросоединители, мест защиты проводов.

По окончании эталонирования электрожгутов производится предъявление монтажа комплексной комиссии, состоящей из представителей цехов изготовителя и потребителя, генерального конструктора, главного конструктора, заказчика (независимой инспекции) с оформлением акта.

Производится демонтаж электрожгутов с самолёта, по которым цех-изготовитель совместно с представителем цеха-потребителя корректирует или составляет новые эскизы.

По выполненным эскизам производится разметка плазов или их корректировка и изготовление лётных электрожгутов.

Принятые в цехе-изготовителе электрожгуты ОТК заказчиком передаются цеху-потребителю.

Дальнейшая отработка конструкции электрожгутов производится по соответствующей технической инструкции.

Эталопирование и изготовление жгутов для электросборок. Технологическое бюро цеха-изготовителя электросборок на основании документации генерального конструктора составляет предварительные эскизы для изготовления первичных жгутов.

Изготовленные первичные жгуты монтируются в электросборках, определяются места заделки проводов в наконечники, электросоединитель и предъявляются ОТК (отдел технического контроля), после чего жгут демонтируется и по нему составляется эскиз. По эскизу производится разметка плаза для изготовления лётных жгутов.

Дальнейшая отработка конструкции электрожгутов производится по соответствующей технической инструкции.

13.2. Плазы и технология для изготовления электрожгутов, силовых проводов, кабелей и электросборок

Плазы для бортовых электрожгутов и электросборок представляют собой стол со столешницей из плотного материала шириной 1 м, высотой 0.8 м и достаточной длины, чтобы жгут при изготовлении не имел резких изгибов.

На всей столешнице выполнены отверстия диаметром 10 мм с координатами 50х50 мм для установки штырей.

Разметка плаза – это изображение жгута несмываемой тушью в масштабе 1:1 со всеми отверстиями и другой информацией, указанной в эскизах электрожгутов и документации генерального конструктора.

Плазы для электрожгутов, электросборок размечаются на фанере соответствующего габарита толщиной 8-10 мм, предварительно окрашенной в голубой цвет.

Размеченные плазы принимаются ОТК и оформляются соответствующие паспорта.

Технология изготовления электрожгутов, силовых проводов и кабелей включает выполнение следующих видов работ.

Резка проводов, кабелей и защитных трубок. Резка проводов и кабелей сечением производится резакром, ножницами портновскими, отточенными под углом 45°, электрической пилой и пневмонотжницами.

Деформация жил и разломачивание изоляции проводов при резке недопустимы.

Горцы разрезанных трубок не должны иметь надрезов, заусенцев.

Удаление изоляции и разделка проводов. Снятие изоляции с проводов производится зачистным инструментом, тип которого зависит от марки провода. На ножах инструмента должны быть указаны сечения и марки зачищаемого

провода. Инструмент должен иметь паспорт. Ножи инструмента подвергаются ежемесячной проверке. Пригодность ножей определяется качеством зачистки контрольных образцов с применением 4-кратной лупы на отсутствие повреждения изоляции и подрезов жил.

Для обеспечения снятия изоляции делается подрез на оболочке провода вращением инструмента на 360°, а затем – продольный надрез.

Механическое повреждение жил провода при снятии изоляции электрообжимом не допускается.

Длина зачистки изоляции выбирается по соответствующим ОСТам.

Концы многопроволочной жилы провода после снятия изоляции скручиваются плоскогубцами со шлифованными губками по естественному повороту проволоки жилы.

Перед пайкой концы провода лудят в ванне с припоем, которым производится пайка или паяльником, с предварительным нанесением флюса на жилу провода и применением теплового отвода.

Провода всех марок, заделываемые в наконечнике, защищаются от изоляции на длину согласно ОСТам.

Маркировка проводов и жгутов. Маркировке подлежат все провода, жгуты и кабели бортовой электрической цепи длиной более 150 мм.

Маркировочные обозначения на проводах, жгутах и кабелях выполняются по соответствующему ОСТу с учетом маркировки, примененной разработчиком в электронных схемах.

Маркировочные обозначения на проводах и термоусаживаемых трубках-бирках наносятся согласно ОСТу машинками типа УМИГ-901, УМИГ-902, АМП-902, УМБ-901 с применением маркировочной фольги.

На бирках из резины ИРП-1338 маркировочные обозначения наносятся ручным или машинным способами, черной специальной тушью.

Качество маркировки, наносимой на провода, трубки-бирки определяется 20-кратным протиранием сухой хлопчатно-бумажной или бумажной салфеткой усилием нажима пальца.

Маркировка после испытания должна оставаться четкой.

Установка бирок производится по соответствующему ОСТу.

Установленные маркировочные бирки из термоусаживаемых трубок усаживаются с помощью приспособлений ТУМС-901, ТУМ-902 со сменными рефлекторами (насадками), обеспечивающими поток подогретого воздуха с температурой 200-300° С, время усадки 3÷6 с.

Маркировка электронных соединителей. Все элементы электрической схемы, установленные на самолетах, должны иметь позиции согласно схемам электрических соединений.

Маркировка на разъемах наносится следующим способом:

- гравировкой на глубину 0.3 ± 0.1 мм с последующей заливкой белой эмалью в соответствии с ОСТом;

- установкой маркировочной бирки у разъемов в соответствии с ОСТом 1.00031-72.

Разделка экранированных проводов, заделка экранов, установка перемычек металлизации. Разделение и закрепление оплетки на конце провода (кабеля) производится в соответствии с ОСТАми и инструкциями.

При удалении экранирующей оплетки и подпайке к ней заземляющих выводов не допускать повреждений (подрезов, прожогов), изолировать провода (кабеля).

Сборка проводов и кабелей в жгут. Жгуты собираются из проводов и кабелей, тип, цвет, сечение которых показываются в таблице проводов, разработанных генеральным конструктором.

Все жгуты изготавливаются только с плюсовым допуском.

По таблице производится раскладка проводов по плазу. Раскладку проводов жгута начинают с экранированных проводов. Провода раскладываются по плазу таким образом, чтобы ответвляющаяся группа проводов отходила от основного ствола и сбоку жгута, а сверху лежали провода основного направления перекрещиваний, выступов и напряжений.

После раскладки всех проводов на плазе по адресам провода выравниваются параллельно по всей длине.

Для удобства последующей вязки провода скрепляются временными технологическими вязками из стеклочулка или изоляционной ленты.

Вязка жгутов выполняется также по соответствующим ОСТАм в зависимости от их диаметра.

Вязку начинают с основного ствола жгута. Сечение жгута должно иметь круглую форму.

Защита жгутов. Защита жгутов применяется для повышения надежности, предохранения от попадания на них влаги, масла, жидкости, керосина, от воздействия окружающей среды и механических повреждений.

Защита жгутов производится по конструкторской документации (чертежам) и соответствующему ОСТу.

Заделка и пайка проводов в наконечнике. Подготовка и контроль пайки медных проводов в наконечнике производится по ОСТу.

Для заделки проводов в наконечнике применяется пневматический инструмент, переносной малогабаритный пресс ПМ10-1.

Заделку отдельных проводов в наконечнике производят методом холодного обжатия. Для обжатия наконечников на проводах применяется ручной инструмент КР-02-6.

Заделка проводов в электронные соединители. Монтаж проводов и кабелей в электрические соединители производится с соблюдением требований соответствующего ОСТА.

Провода на участке не менее 150 мм от места соединения клеммы с проводом не должны иметь перекрещивания.

Провода внутри электронного соединителя не должны иметь слабину.

Заделки и монтаж проводов в электросоединители методом обжатия.

Соединение проводов с контактом электронных соединителей типа СНЦ и СНО производится методом обжатия с использованием инструмента М 22520/1-01 с головкой М 22520/1-022, ИРОК-1, ИРОК-2.

Контроль качества обжатия контакта на проводе осуществляется визуально и обеспечивается инструментом.

Все проволоочки токоведущей жилы должны быть внутри обжатого хвостика и просматриваться через контрольное отверстие в контакте.

Сборка и разборка электронного соединителя производится по соответствующей. Свободные клейма соединителя заполняются заглушками.

Механические испытания по определению разрушающих усилий и замер переходных сопротивлений производятся на образцах не реже одного раза в квартал.

Проверка и настройка обжимного инструмента, а также самих соединений выполняется по соответствующему ОСТу один раз в два месяца.

Заделка проводов и кабелей в электронных соединителях типа

S-600. Электрические соединители S-600 предназначены для сопряжения сменных блоков стандартного цифрового радиоэлектронного оборудования с монтажными устройствами бортовой аппаратуры.

Соединители состоят из двух частей:

- блочной, устанавливаемой на задней стенке блока;
- кабельной, устанавливаемой на стеллаже.

Соединители S-600 имеют высокую плотность контактов, в которых могут быть установлены до 800 сигнальных контактов для заделки в них монтажных проводов сечением от 0.12 до 0.35.

Кроме сигнальных контактов в соединения проводов сечением от 0.2 до 2.5 мм² устанавливаются радиочастотные контакты для подсоединения радиочастотных кабелей с волновым сопротивлением 50 Ом.

По степени защищенности от воздействия внешней среды (попадания пыли, влаги) соединители изготавливаются в защитном, полужащищенном и незащищенном исполнении. Контакты соединителя – извлекаемые.

Заделка проводов в соединителе S-600 производится по соответствующим рекомендациям.

Для заделки электрических проводов и кабелей в электрические соединители S-600 применяются специальные инструменты соответственно типу проводов и кабелей.

Заделка проводов в контакты электрических соединителей производится в последовательности:

- установить до упора контакт в направляющую колонку инструмента;
- вставить защищенный конец провода в хвостовик контакта;

- свести ручки инструмента, при этом произойдет обжатие провода контактом;
- развести ручки инструмента и извлечь из него обжатое соединение «контакт-провод».

Контроль качества обжатия провода осуществляется визуально. Контролируется:

- наличие зазора $1 \pm 0,5$ мм между торцом изоляции и торцом хвостовика контакта;
- через контрольное отверстие в хвостовике контакта наличие проходящих мимо отверстий проволок жилы;
- наличие целостности гальванического покрытия контакта.

Установка контактов в изолятор соединителя S-600. Вложить контакт с обжатием в нем проводов в продольный инструмент патрубочного захвата со стороны цветной его части и продвинуть инструмент по проводу до тех пор, пока торец инструмента не упрется в бортик контакта.

Ввести контакт в соответствующее отверстие в изоляции, надавливать на инструмент в продольном направлении до тех пор, пока контакт не защелкнется в замке. Извлечь инструмент. Проверить, что контакты надзакреплены (слегка подтянуть за провод). Когда соединитель полностью заполнен контактами, проверить положение контактов. Все они должны быть в одной плоскости.

Проверка обжимного инструмента проходным калибром. Проверка производится ежедневно перед началом работы. Сжать до упора рукоятки обжимного инструмента. Установить проходной калибр между обжимными пуансонами. Калибр должен свободно проходить между обжимными пуансонами.

Проверка обжимного инструмента непроходным калибром. Проверка производится ежедневно перед началом работы. Сжать до упора рукоятки обжимного инструмента. Установить непроходной калибр между обжимными пуансонами. Калибр не должен проходить между обжимными пуансонами.

13.3. Входной контроль покупных комплектующих изделий

Входной контроль покупных комплектующих изделий (ПКИ) проводится с соблюдением требований ГОСТа 20.57.501-77 и соответствующего ОСТА.

Входной контроль ПКИ подразделяется на:

- входной контроль ПКИ в состоянии поставки;
- входной контроль ПКИ по проверке основных технических параметров.

Входной контроль ПКИ в состоянии поставки. Входной контроль ПКИ в состоянии поставки осуществляет бюро технического контроля цеха складского хозяйства отдела смежных производств и коопераций (ЦСХ ОСПК).

Основной задачей внешней приемки является оценка технического состояния ПКИ до проверки технических параметров в лабораториях входного контроля.

Для проведения входного контроля в состоянии поставки оборудуются рабочие места контролеров, отвечающие установленным в научно-технических документах (НТД) требованиям по входному контролю и соответствующим действующим санитарным нормам.

При входном контроле в состоянии поставки проверяются:

- наличие сопроводительной документации на ПКИ (паспорт, формуляр, этикетка и т.д.);
- целостность изделий, отсутствие внешних механических повреждений и посторонних предметов;
- сохранность тары и упаковки, наличие и целостность пломб ОТК и заказчика предприятия-поставщика на таре;
- отсутствие влаги, загрязнений и коррозии;
- контроль соответствия комплектности изделий сопроводительной документации;
- оформление установленной на предприятии документации на годные и забракованные ПКИ;
- изоляция забракованных изделий;
- накопление статистических данных о фактическом уровне качества получаемых ПКИ и разработка на их основе предложений по его повышению;
- составление отчетов по результатам контроля.

При контроле сопроводительной документации проверяются:

- правильность оформления товарно-сопроводительной документации;
- соответствие документации данным на изделие (их наименованию, цифре, наличие необходимых подписей, печатей и дат);
- наличие заключения о пригодности изделия к эксплуатации с указанием гарантийных обязательств.

При положительных результатах входного контроля в ЦСХ ОСПК делается отметка о проведении входного контроля во вкладыше паспорта, ставится гриф БТК и дата проверки.

Забракованные ПКИ изолируются от годных в изолятор брака с оформлением рекламационных актов.

После внешнего осмотра, контроля сопроводительной документации и устранения всех замечаний, если таковые имелись, ПКИ передаются в лаборатории проведения входного контроля по проверке основных технических параметров ПКИ.

Входной контроль ПКИ по проверке основных технических параметров. Входной контроль ПКИ по проверке основных технических параметров

проводится с целью предотвращения запуска в производство поступающих на предприятие ПКИ, не соответствующих требованиям НТД.

Входной контроль ПКИ проводится в лабораториях контрольно-испытательного цеха (КИЦ), оборудованными средствами контроля, испытаний и оргтехники и отвечающим требованиям к производственной среде, безопасности труда и санитарных норм.

Необходимость введения и объем входного контроля определяются на предприятии совместно с представительством заказчика.

Номенклатура ПКИ, контролируемые параметрами (требования), вид и объем контроля определяются исходя из стабильности качества продукции поставщиков, степени освоения новых видов продукции, отнесения к особо ответственным конструкциям, важности данного параметра (требования) для функционирования выпускаемого самолета, и устанавливается в перечне ПКИ, подлежащих входному контролю.

Перечень ПКИ, подлежащих входному контролю, составляется КИЦ по документации ОК.

В перечне ПКИ, подлежащих входному контролю указываются:

- наименование, марки и тип (индекс) ПКИ;
- обозначение НТД, требования, которым должны соответствовать ПКИ;
- контролируемые параметры (требования или пункты НТД, в которые они установлены);
- вид и объем контроля;
- средства измерений, контрольно-испытательное оборудование (КИО);
- допустимый расход ресурса при входном контроле (для изделий, имеющих неограниченный ресурс).

Перечень ПКИ ежегодно пересматривается в целях сокращения объема, изменения периодичности проведения или отмены входного контроля.

Лаборатории входного контроля для проведения входного контроля по проверке основных технических параметров ПКИ оснащают контрольно-испытательным оборудованием (КИО) и контрольно-проверочной аппаратурой (КПА), соответствующих требованиям НТД поставщиков ПКИ, разрабатывают инструкции и техпроцессы входного контроля. Инструкции входного контроля ПКИ согласовываются с поставщиком ПКИ и представителями заказчика у поставщика.

Результаты входного контроля заносятся в паспорт, вкладываемый к паспорту ПКИ и журнал учета ПКИ и их параметров и журнал учета неисправностей ПКИ.

ПКИ, прошедшие входной контроль с положительными результатами, передаются в ЦСХ ОСПК для их выдачи в производство.

На ПКИ, не удовлетворяющие требованиям НТД или отказавшие при входном контроле, составляется двусторонний акт, в котором принимается решение по дальнейшему их движению.

Контроль электрожгутов и электросборок в лаборатории объективного контроля (ЛОК). Электронные жгуты и щитки, коробки, пульты, электросборки представляют собой совокупность определенным образом связанных электрических цепей, входящих в состав электротехнического оборудования самолета.

Для нормальной работы электротехнического устройства необходимо, чтобы элементы, входящие в устройство и образующие цепи, были правильно соединены между собой, а параметры элементов соответствовали требованиям технической документации.

Контроль электрических параметров электротехнических устройств состоит из следующих определений:

- наличие и правильность электрических соединений; соответствие их электрическим схемам;
- проверка электрического сопротивления изоляции проводов;
- контроль работоспособности электросборок.

Контроль правильности электрических соединений предполагает определение электромонтажных дефектов (обрыв, перепутывание, короткое замыкание между электрическими разобщенными цепями и на корпусе).

Сопротивление изоляции – величина, численно равная отношению приложенного к изоляции, не изменяющего через изоляцию тока.

Контроль работоспособности заключается в определении выполнения его рабочих функций – осуществляется подача специальных стимулирующих воздействий и контролируется выходная реакция.

Все указанные проверки производятся в лаборатории объективного контроля (ЛОК) на специальных автоматических стендах контроля. В ЛОК на основании «Перечня жгутов и электросборок, подвергаемых проверке на стендах» по спецификациям проводов и электрическим схемам составляются программы 4 контроля жгутов и электросборок на бланках; далее эти программы переносятся на «программоносители» для стендов контроля. По составленным программам в ЛОК производятся вышеуказанные проверки электрожгутов и электросборок на автоматизированных стендах контроля.

13.4. Монтаж систем на самолете

Установка маршевых двигателей и ВСУ. На самолете Ил-114 маршевые двигатели устанавливаются в мотогондолах крыла (по одному слева и справа) и ВСУ – в хвостовой части фюзеляжа. Установка двигателей производится в сборочном цехе на полностью состыкованном планере с выполненным монтажом систем, связанных с двигателями.

Перед установкой двигатель распаковывают, снимают транспортировочные заглушки, проверяют его комплектность и отсутствие на нем механиче-

ских повреждений, а также соответствие двигателей прилагаемой технической документации. Затем двигатель с помощью специального приспособления вынимается из контейнера и устанавливается на монтажной тележке для предварительных работ, предшествующих установке на самолет. Приспособление и монтажная тележка входят в комплект для наземного обслуживания самолета и используются для технологических целей при навеске двигателей.

В процессе предварительных работ производят наружную расконсервацию двигателей и устанавливают агрегаты и детали, связанные с подсоединением к системам самолета.

После предварительных работ подготовленный к установке двигатель снимают мостовым краном с транспортировочной тележки и устанавливают на раму мотогондолы (маршевые двигатели) или раму хвостовой части фюзеляжа (ВСУ).

К установленному двигателю подключаются трубопроводы:

- топливной системы;
- воздушной системы запуска двигателя;
- противообледенительной системы;
- системы кондиционирования;
- маслосистемы.

При этом особое внимание обращается на отсутствие предварительных напряжений в стыках трубопроводов.

Далее следует подключение электрожгутов самолета к генераторам, датчикам уровня масла и тахометра, к другим электроразъемам, находящимся на двигателе.

В последнюю очередь устанавливаются шестиплостные винты на вал редуктора маршевых двигателей.

Монтаж систем управления самолетом, механизации крыла и управление двигателями. Основными элементами систем управления самолетом, механизации крыла и управления двигателями являются тяги и тросы, к монтажу которых предъявляются особые требования, связанные с обеспечением высокой надежности указанных систем. Эти требования изложены в специально разработанных руководящих технических материалах (РТМ).

13.5. Требования к элементам систем перед монтажом

К монтажу на изделие допускаются только такие детали и узлы систем управления, которые удовлетворяют требованиям чертежа и всем требованиям данных РТМ.

Запрещается устанавливать на изделие, даже временно, на период монтажа и отладки тягового и тросового управления, макетные или не прошедшие пол-

ного всестороннего контроля и прочие некондиционные детали или узлы, если они не окрашены в красный цвет.

Категорически запрещается во время монтажа, даже временно, применять болты, втулки, регулируемые стаканчики тяг и прочие мелкие детали, не соответствующие требованиям чертежа и не прошедшие контроль ОТК.

В процессе монтажа системы тягового и тросового управления обеспечивается технологическая защита агрегатов и шарнирных соединений (особенно шарикоподшипников) от засорения в процессе сборки управления обертыванием специальным полотном или промасленной бумагой. Шарпирные соединения смазываются смазкой в соответствии с инструкцией ВИАМ.

В случае засорения шарикоподшипники и поверхности трения промываются в бензине, заново смазываются чистой смазкой, предусмотренной чертежом. Закрытые шарикоподшипники, смазанные на заводе-изготовителе, при монтаже дополнительной смазки не подлежат.

Перед установкой все готовые изделия, агрегаты, узлы и детали, места их установки тщательно осматриваются и сверяются с чертежом.

На поверхности деталей, соединительных плоскостях не допускаются трещины, вмятины, заусенцы, раковины, следы коррозии и другие механические повреждения.

На каждой качалке должны быть проставлены номер чертежа и клеймо окончательной приемки ОТК.

Партия деталей сопровождается биркой с указанием шифра нормали; латы, цеха-изготовителя и грифа контролера ОТК.

Вилки и ступицы качалки должны быть обернуты чистой промасленной бумагой (ГОСТ 515-77) или водонепроницаемой бумагой (ГОСТ 8828-75).

Качалки одного обозначения упаковываются в деревянные ящики и отделяются друг от друга слоем упаковочной бумаги (ГОСТ 515-77), пропитанной нейтральным маслом или вазелином.

На ящике должны быть четко нанесены обозначения качалок. В каждом ящике должен быть упаковочный листок, подписанный ОТК цеха-упаковщика, и другие сопровождающие документы.

Качалки, переложенные промасленной бумагой, хранятся в деревянной упаковке, предохраняющей их от механических повреждений и загрязнений. Тара с качалками должна находиться в сухом помещении.

В местах установки кронштейнов на изделие должны быть предусмотрены пропуски заклепок.

Перед установкой кронштейнов с качалками проверяется свободное вращение качалок в кронштейнах, убеждаются в отсутствии осевых люфтов и заеданий. Качалка должна падать из нейтрального положения в крайнее под собственной массой.

В жесткой системе управления применяются направляющие тяги, изготовленные по соответствующему ОСТу.

Тяги управления являются элементами проводки жесткого управления и служат для передачи движения от ручки штурвала или педалей к органам управления.

По назначению и условиям работы тяги управления разделяются на регулируемые и нерегулируемые.

Тяги испытываются и проверяются согласно чертежам и техническим условиям ОКБ.

При поступлении тяг со склада проверяются:

- целостность защитного чехла;
- чистота наружных поверхностей;
- отсутствие механических повреждений: трещин, вмятин, забоин, задиров, царапин и др.;
- наличие клейм ОТК, чертежного номера или номера ОСТА;
- наличие цветной маркировки, нанесенной краской на поверхность тяги, фаски и резьбового отверстия для крепления перемычки металлизации.

Тяги подаются на монтаж укомплектованными крепежными элементами согласно чертежу.

Перед установкой на изделие все тяги управления должны быть согласованы друг с другом и скомплектованы.

Тяги, находящиеся на производственном участке и не установленные на изделие, хранятся на столах и стеллажах в защитных чехлах. При хранении не допускаются соприкосновения тяг между собой и другими металлическими деталями.

Для направления тросовой проводки по конструкции каркаса применяются текстолитовые ролики, изготовленные по соответствующим ОСТАм.

Ролики должны свободно, без заеданий вращаться на подшипниках качения.

Для установки роликов применяются специальные кронштейны, которые крепятся к элементам каркаса. Кронштейны с роликами, поступающие на монтаж, должны иметь клеймо ОТК.

Кронштейны с роликами, поступающие на монтаж, не должны иметь механических повреждений (трещин, забоин, заусенцев), следов коррозии и повреждений окраски. Реборды роликов не должны иметь изломов, выкрашивания и вмятин.

На кронштейнах перед их установкой отверстия под крепежные детали просверливаются по кондукторам.

В системе тросового управления применяются гермовыводы, изготовленные по ОСТАм.

Резьба корпуса гермовывода должна быть чистой, без заусенцев и сорванных ниток.

Тросы являются элементами проводки гибкого управления и служат для передачи движений от колонки, штурвала и педалей к органам управления.

Перед прокладкой на изделие тросы проверяются на:

- отсутствие обрывов проволоки, прядей, завершенности (тросы, имеющие завершенность, пряди, бракуются);
- отсутствие царапин, трещин, забоин и других механических повреждений на наконечниках;
- отсутствие следов коррозии;
- наличие клейма ОТК и бирки с нанесением на ней номерами чертежа и ОСТа или наличие маркировки;

Перед прокладкой на изделие все тросы должны быть согласованы друг с другом и комплектованы.

Поверхность тросов, работающих на роликах и проходящих через гермовыводы, смазывается смазкой ЦИАТИМ -201 по ГОСТу 6267-74.

Во избежание налипания пыли и абразивных частиц, ведущего к ускоренному износу тросов, роликов и гермовыводов, слой смазки на тросе должен быть тонким.

Для регулировки натяжных тросов в системе тросового управления применяются тандеры. Тандеры изготавливаются по ГОСТу 1.11348-73.

Тандеры должны иметь бирку с нанесением на нее маркировки обозначения тандера и клеймом БЦК.

Резьбы деталей тандера должны быть чистыми, не иметь сорванных ниток и вмятин.

Резьба ушков и вилок перед ввертыванием в муфту смазывается смазкой ЦИАТИМ – 201 по ГОСТу 6267-74 в соответствии с ТУ.

Готовые изделия, полученные с заводов-поставщиков, должны иметь паспорт завода-изготовителя с указанием срока годности и срока консервации.

Перед установкой на изделие все законсервированные готовые изделия должны быть расконсервированы согласно указаниям в паспортах и ОСТу.

При снятии заглушек со штуцеров производится осмотр штуцеров. На резьбе штуцеров и на их конусной поверхности не должно быть рисок, вмятин и забоин.

Готовые изделия должны поступать на монтаж опломбированными. Готовые изделия, не имеющие пломб завода-изготовителя, на монтаж не допускаются.

Все готовые изделия, изготовленные в цехах завода, должны иметь клеймо ОТК в предусмотренных чертежом местах, за исключением тех случаев, когда на чертежах указано «Не клеймовать».

13.6. Требования к монтажу элементов систем

Перед началом работы удаляются все посторонние предметы из зоны монтажа системы управления.

При монтаже системы поддерживается надлежащая чистота и не допускается засорение изделия.

Монтаж тягового и тросового управления самолетом включает следующие работы: подготовку к монтажу, установку готовых изделий, агрегатов, узлов, их крепление к каркасу, прокладку тяг и тросов, соединение их между собой с узлами и механизмами, контроль элементов и систем в процессе монтажа.

Монтаж тягового и тросового управления выполняется согласно ОСТам после окончания всех сверлильно-зенковальных, подготовительно-опиловочных и клепальных работ, закрытия технологических паспортов на выполнение данных операций после тщательной очистки зоны монтажа от пыли, стружки и посторонних предметов.

При установке кронштейнов строго следить за соблюдением минимально допустимых перемычек в ушках кронштейнов и за минимальным расстоянием от края профилей, листов, полок и т.п. до края отверстия под крепежные болты. При установке кронштейнов с качалками обеспечивается взаимное соосное расположение проушин качалок, установления, для предотвращения разворота подшипников в тягах управления. При установке кронштейнов крепления качалок обеспечивается совпадение оси ушков тяг и проушин качалок. При установке кронштейнов на герметические элементы планера на соприкасающиеся поверхности наносится герметик согласно указаниям в чертеже.

Все нарушения покрытий при монтаже кронштейнов восстанавливаются по инструкциям ВИАМ и требованиям чертежей.

Соосность направляющих проверяется технологическими тягами, которые свободно переменяются в направляющих (без заеданий).

При установке направляющих для тяг управления обеспечивается соосность каждой пары направляющих, в которые входит тяга, и соосность тяг в направляющих с тягами, расположенными между этими направляющими.

Допустимая несоосность этих тяг не более $30'$ (по конусу), кроме мест, оговоренных в чертеже.

При установке тяг направляющих следят за тем, чтобы все промежуточные тяги, подходящие одним концом к качалке, а другим концом – к тягам в направляющих, имели угол несоосности этих тяг не более $1^\circ 30'$ (по конусу) при всех положениях качалок.

При монтаже обеспечивается такое положение тяг в направляющих, при котором шарнирные болты тяг располагаются в горизонтальной плоскости, кроме болтов, положение которых специально показано в чертежах.

Качалки в углах должны иметь свободное вращение, недопустимы стук в шарнирных соединениях и «хруст» в подшипниках.

Перед установкой кронштейнов и направляющих для тяг место их установки тщательно осматривается и сверяется с чертежом (в части качества заклепок), соблюдения между заклепками и краем конструкции.

Установка кронштейнов с роликами производится при обязательном согласовании с гермовыводами и глазками, базируясь на них по натянутой струне или технологическому тросу. При установке кронштейнов с роликами обеспечивается плотное прилегание установочной плоскости кронштейна к плоскости крепления и проход через вырезы в элементах каркаса тросов с указанием в чертежах зазорами.

Для предохранения троса от соскальзывания с ролика кронштейны с роликами должны иметь валики-ограничители.

Затяжка винтов производится после того, как трос будет пропущен через сердечник гермовывода.

Усилие передвижения каната обеспечивается затяжкой винтов. Величина усилия передвижения троса должна быть не более 7,84 Н.

Детали гермовывода при сборке должны прилегать одна к другой, при этом не должно быть зазоров.

Проверка герметичности производится после установки всех деталей на изделие согласно указаниям в чертежах.

Установка гермовывода производится по направлению троса, имеющего предварительное натяжение для обеспечения прохождения троса через гермовыводы без перекоса.

Монтаж тяг производится в строгом соответствии с чертежами и ТУ на изделие.

При установке элементов системы все сочленения тяг с качалками и хвостовиками регулируемых тяг смазываются тонким слоем смазки. Хвостовики тяг, проходящие через направляющие, не смазываются, так как прилегающие к смазке частицы ухудшают работу направляющих.

При установке тяг категорически запрещается заводить наконечники тяг в проушины качалок, а трубы тяг направлять под натягом, так как это может вызвать деформацию их конструкции.

Ход тяги в местах герметизации не ограничивается конструкцией гермовыводов. Запас хода тяги после максимального отклонения системы должен быть не менее 3 мм.

При монтаже категорически запрещается прогибать тяги управления, опираться на них, отжимать при выполнении других монтажей. При выполнении монтажных работ тяги, идущие по полу кабины и по гrotу, должны быть защищены от прогибания.

Большое значение для прочности и жесткости управления имеет взаимное расположение тяг, движущихся в направляющих и висящих свободно.

Наилучшим взаимным расположением тяг является их соосность, т.е. когда они лежат на одной оси.

Часто из-за компоновки бортового оборудования соосность сознательно нарушается, что приводит к увеличению диаметра тяг. Если в чертежах допускаемая соосность не указана, то несоосность тяг должна быть в пределах 5 мм на метр длины тяг (по конусу).

Если по схеме управления между двумя тягами предусмотрен угол, то необходимо стремиться к тому, чтобы этот угол был не больше допустимого, так как такая тяга рассчитывается и подбирается из условия ее работы при этом предельном угле. Наличие угла резко снижает жесткость управления. Если в чертеже не указана точность соблюдения угла, то этот угол должен быть выполнен с минимальными допусками.

Допуск на соосность и углы между тягами проверяется при крайних отклонениях органов управления.

Монтаж тросов производится в строгом соответствии с чертежами, ПИ и ГУ на изделие.

Прокладка и крепление тросов на изделие выполняются так, чтобы обеспечивать возможность осмотра, регулировки и замены.

После раскладки троса по роликам устанавливаются валики-ограничители и зашплинтовываются.

Монтаж готовых изделий и узлов производится в строгом соответствии с чертежами, ПИ, ГУ и РТМ.

Установка готовых изделий, агрегатов и деталей производится так, чтобы была обеспечена возможность их осмотра и замены без демонтажа других агрегатов.

Готовые изделия и агрегаты не должны закрывать доступ к местам стыков и соединений отсеков планера. Для этого монтаж оборудования бортовых систем планера производится оставляя доступ к стыкам коммуникаций.

Перед установкой механизмов проверяется наличие пломб и контровка рычага, вернутого в шток.

Монтаж жесткой системы управления производится в следующей последовательности:

- установка и крепление кронштейнов с качалками и роликовых направляющих;
- входной контроль готовых изделий;
- установка и крепление готовых изделий;
- прокладка тяг;
- соединение и крепление тяг между собой, соединение тяг с качалками и готовыми изделиями;
- металлизация тяг и готовых изделий;
- регулировка системы управления в процессе монтажа;

- контроль монтажа системы.

Монтаж готовых изделий, агрегатов и деталей производится в следующем порядке:

- установка готового изделия, агрегата, узла или детали на элемент конструкции с помощью приспособлений, обеспечивающих постоянство его места при монтаже, с совмещением отверстий или на шпильки и т.д.;
- закрепление готового изделия, агрегата, узла или детали крепежными деталями, согласно чертежам;
- установка и закрепление перемычки металлизации на элементы системы в соответствии с требованиями соответствующего ОСТа.

Монтаж тяг производится после установки готовых изделий в следующем порядке:

- установка вилки или ушка тяги на ушко или вилку готового изделия и закрепление крепежными деталями, согласно чертежу;
- последовательное соединение тяги, прокладывая их в роликовых направляющих, и закрепление крепежными деталями, согласно чертежу;
- установление вилки или проушины замыкающей тяги в вилку или проушину органа управления системы и закрепление крепежными деталями, согласно чертежу;
- установление и закрепление перемычки металлизации на тягах.

Монтаж тросовой проводки управления производится в следующей последовательности:

- установка и крепление кронштейнов с роликами;
- установка направляющих гребенок;
- входной контроль готовых изделий;
- установка и крепление готовых изделий, агрегатов, узлов;
- заделка тросов на секторах и рулевых машинах;
- прокладка тросов;
- крепление тросов;
- установка гермовыводов на тросы и крепление их на каркасе;
- соединение тросов между собой соединительными муфтами тандеров;
- металлизация элементов системы;
- регулировка системы управления в процессе монтажа;
- контроль монтажа системы.

Кронштейны с роликами и направляющими гребенками устанавливаются на панелях и в отсеках вне стапеля или в стапеле при агрегатной сборке до начала монтажа по специальным шаблонам или сборочным отверстиям.

Монтаж троса производится после установки готовых изделий, агрегатов, узлов и деталей в следующем порядке:

- занесение троса на изделие и разложение вдоль трассы, соблюдая при этом предосторожности (не повредить наконечники, проволоку и пряди троса и т.д.);
- прокладка троса по трассе в соответствии с монтажной схемой;
- закрепление троса в 3-4 точках нитками «маккей» к элементам конструкции временно;
- установление вилки или ушка наконечника троса на ушко или вилку готового изделия и закрепление крепежными деталями согласно требованиям чертежа или закрепление на готовом изделии резьбовой, частью наконечника и гайкой;
- установление и закрепление троса по трассе направляющими гребенками, направляющей колодками;
- временное снятие крепления;
- установление гермовывода на трос и закрепление его на каркасе;
- последовательное соединение наконечников тросов соединительной муфтой или крепежными деталями.

13.7. Контроль качества монтажа и регулировка

Выполнение монтажа тягового и тросового управления должно полностью соответствовать принципиальной и монтажной схемам.

Контроль качества монтажа производится на следующих этапах:

- перед монтажом;
- в процессе монтажа;
- после монтажа.

Перед монтажом проверяется (контроль 100%):

- отсутствие загрязнений и посторонних предметов в зонах монтажа (визуально);
- отсутствие трещин, вмятин, забоин, царапин и других механических повреждений на кронштейнах, качалках, направляющих тяг, тягах, наконечниках, тендерах, тросах, готовых изделиях и элементов крепления (визуально);
- антикоррозийные покрытия элементов тягового и тросового управления и мест установки на конструкции каркаса (визуально);
- правильность и четкость маркировки в соответствии с чертежами (визуально);
- готовые изделия на участке входного контроля;
- наличие глазков, втулок или окантовок на острых кромках или отверстиях элементов конструкции каркаса.

В процессе монтажа проверяется (контроль 100%):

- - правильность установки и надежность крепления готовых изделий, кронштейнов с качалками, кронштейнов с роликами, направляющих тяг, направляющих гребенок, глазков, гермовыводов (визуально);
- плавность отклонения качалок в кронштейнах и вращение роликов в направляющих (визуально);
- зазоры между элементами системы и элементами конструкции (замеры производятся с помощью линейки, шупа, штангенциркуля);
- правильность прокладки тяг по маркировке, соединения и крепления их с элементами системы (визуально);
- правильность прокладки тросов через отверстия и острые кромки элементов конструкции (визуально);
- наличие и правильность металлизации элементов системы в соответствии с ОСТом и требованиями чертежа (визуально);
- свободное движение тяг и тросов в направляющих без заеданий (визуально);
- переходное сопротивление при металлизации между элементами системы и элементами конструкции согласно ОСТу с записью данных по размеру переходных сопротивлений.

После монтажа производится контроль (100%):

- соответствие выполненного монтажа монтажному чертежу;
- отсутствие повреждений элементов системы, тяг, тросов и крепежных элементов (визуально);
- свободное, плавное без рывков и заклинивания движение элементов системы;
- запас резьбы в регулируемых наконечниках тяг, в тендерных соединениях тросов (визуально);
- запас между элементами системы и элементами конструкции и другими системами;
- чистота зон монтажа и отсутствие посторонних предметов (визуально);
- правильность прокладки тяг и тросов (визуально);
- наличие маркировочного знака на элементах металлизации и контрольных рисок на регулируемых наконечниках тяг (визуально);
- наличие контровки и пломбировки болтовых соединений.

После окончательного контроля качества монтажных работ контролер и мастер делают соответствующую запись в технологическом паспорте изделия.

Проверка зазоров в пределах, заданных в чертежах и действующих ТУ является необходимым условием обеспечения надежности систем управления.

Зазоры между элементами системы управления и конструкцией проверяются при всех возможных положениях систем управления.

При проверке свободных ходов все резьбовые соединения тяг с наконечниками должны быть законтрены контргайками.

При установке всех качалок отклоняется каждая качалка от одного крайнего положения до другого, и проверяются зазоры между качалками и корпусом изделия, указанные в установочных чертежах.

Регулировка систем управления включает:

- регулировку углов отклонения ручки управления и педалей с углами отклонения органов управления;
- проверку свободных ходов;
- замер усилий трения и загрузки.

Перед началом регулировки система управления устанавливается в нейтральное положение, для чего элементы, имеющие специальные отверстия, фиксируются штырями, при этом ручка, штурвал, педали сектора устанавливаются в нейтральное положение. Качалки узлов, не имеющие специальные отверстия, устанавливаются в нейтральное положение по размерам чертежа. Нейтральное положение задается размерами в установочных чертежах в соответствии с кинематической схемой системы управления.

При регулировке систем жесткого управления обеспечивается запас резьбы на ввертывание регулируемых наконечников тяг, не менее одной нитки.

Контрольные отверстия для проверки захода резьбовой части регулируемых хвостовиков на стаканах тяг должны быть обращены в сторону, удобную для контроля проволочным щупом.

При регулировке тросов в других температурных условиях вводится поправка в величину натяжения тросов в зависимости от действующей в данное время температуры.

Резьбовые наконечники тросов должны быть ввернуты в муфты тандеров на одинаковую длину, при этом максимальный выход резьбы наконечника их муфты допускается не более трех питок.

При регулировке натяжных тросов во избежание их закрутки при вращении муфты тандеров применяется спецключ.

После натяжения тросов до нагрузки, указанной в чертеже, тандерное соединение должно быть законтрено.

13.8. Требования к болтовым соединениям, контровке и пломбированию

Отверстия под крепежные болты просверливаются по кондукторам для обеспечения взаимозаменяемости при установке, без перекосов. Получившийся перекося выравняется с соблюдением максимально допустимых перемычек прокладки или шайбами, спиленными на клип. Толщина прокладки или шайбы в самом ее тонком месте не должна быть меньше 1 мм.

Отверстия под крепежные болты просверливаются по четвертому классу точности А₄, если в чертеже нет других указаний.

Минимальная перемычка от края отверстия до края профиля или полки указана в установочных чертежах узлов управления, ее необходимо строго контролировать.

В месте прилегания головки болта к паркету у отверстия пакета снимается фаска размером, равным радиусу перехода тела болта в головку, согласно стандартам на болты.

Установка крепежных болтов производится согласно указаниям чертежа и инструкций с строгим соблюдением величины зазоров и посадки.

Все крепежные болты, применяемые в системе управления и изготавливаемые из стали 30ХГСА и 40ХНМА, подвергаются магнитному контролю независимо от указаний в чертеже.

Шарнирные и крепежные болты вставляются в отверстие без натяга. Забивать болты ударами стальных предметов недопустимо. Разрешается устанавливать болты с применением легких деревянных киянок или молотков при условии, если отверстия и болт сделаны в пределах допусков, оговоренных чертежом.

При установке болтов крепления кронштейнов разрешается утопление резьбовой части крепежных болтов в тело кронштейна не более чем 1 мм, если нет особых указаний в чертеже.

Утопление болтов в конструкцию каркаса недопустимо. Во всех шарнирных соединениях утопление резьбовой части болта в тело качалки или кронштейна не допускается.

В местах болтовых соединений с корончатыми гайками (шарнирные соединения) разрешается установка шайб толщиной не менее 0.5 мм.

Затяжка болтов крепления элементов тягового и тросового управления производится стандартизованными монтажными ключами, не превышая моментов, предусмотренных в соответствующем ОСТе, кроме мест, особо оговоренных в чертежах, где затяжка предусмотрена специальными ключами с предельным моментом.

Контровка регулируемых наконечников тяг производится после окончательной регулировки системы управления.

Контровка наконечников тяг контровочными гайками и проволокой должна быть надежной, т.е. проворот наконечников после контровки недопустим.

После окончательно собранных и законтренных контровочными гайками наконечников тяг люфты по резьбовому соединению недопустимы.

После окончательной регулировки жесткой системы управления для контроля положения контровочной гайки относительно трубки или стаканчика тяги на регулируемых концах тяг в местах, допустимых для осмотра, наносятся красной эмалью контрольные риски.

Если после испытательных полетов не производится регулировка тяг, с контровочных гаек следует снимать старые риски и нанести новые.

После регулировки систем управления, во избежание поломок элементов системы, перед началом проверки отклонения органов управления снимаются все штыри, фиксирующие нейтральное положение качалок.

Перед началом регулировки система тросового управления устанавливается в нейтральное положение аналогично регулировке жесткой системы управления.

В нейтральное положение систем регулировка натяжения тросов производится изменением длины троса при ввертывании или вывертывании наконечника в соединительные муфты тандеров с силой, указанной в чертежах.

Натяжение троса производится в строгом соответствии с чертежами, в которых указана величина натяжения при нормальной ($18-20^{\circ}\text{C}$) температуре.

Стопорные соединения тяг и тросов производятся после монтажа и окончательной регулировки системы в соответствии с чертежом.

Стопорение болтов крепления элементов тягового управления к каркасу производится анкерными или самоконтрящимися гайками согласно ОСТам.

13.9. Требования к металлизации и инструменту

Все элементы тягового и тросового управления должны быть заземлены в строгом соответствии с чертежами, технологией, ОСТа и РТМ.

Под металлизацией изделия понимается соединение металлических частей самолета и его оборудования надежными электропроводящими связями.

Целями металлизации являются:

- устранение возможности возникновения в полете электростатических разрядов между отдельными частями самолета, создающих пожарную опасность и радиопомехи;
- создание надежной однопроводной системы электросети с использованием корпуса самолета в качестве обратного провода, приведение всех частей самолета к одному электрическому потенциалу.

Требование к металлизации. Металлизация всех элементов систем управления производится перемычками (гибкими проводками), изготовленными по соответствующему ОСТу и ТУ.

Элементы тягового и тросового управления металлизуются с помощью соединения их перемычками с корпусом.

Подвижные части самолета (рули поворота, высоты, элероны, триммеры и т.п.) металлизуются с корпусом самолета. Металлизация подвижных агрегатов производится установкой перемычек с точками их подвеса.

Для металлизации тяги устанавливаются перемычками, соединяющими каждые две тяги между собой, и каждые 2-3 тяги соединяются перемычкой с корпусом самолета.

Контактирующие поверхности деталей, изготовленных из титановых сплавов, нержавеющей стали и других материалов, не требующих антикоррозийной защиты, деталей, имеющих токопроводящие антикоррозийные покрытия (кадмирование, цинкование и т.д.), необходимо зачистить от неметаллических покрытий и обезжирить.

Места, зачищенные под металлизацию, покрываются пленкой (лентой с липким слоем, ГОСТ 20477-75), которая снимается непосредственно перед установкой аппаратуры металлизации на изделие.

Перемиčky металлизации располагаются так, чтобы обеспечивался подход для их осмотра, замеров переходных сопротивлений, замены этих узлов в случае необходимости.

Перемиčky металлизации должны быть мягкими и эластичными и не иметь обрывов нитей.

Перед установкой перемиčky, стыкующие поверхности, подлежат обезжириванию с помощью салфетки, смоченной растворителем в соответствии с инструкцией ВИАМ.

Для крепления перемиček металлизации применяют только оцинкованные крепежные детали.

При установке перемиček металлизации под головку болта для создания надежного контакта и лучшего крепления элементов металлизации необходимо прикладывать шайбу-звездочку и низко затягивать болты (гайки).

Контроль выполнения узлов металлизации осуществляется внешним осмотром и измерением переходных сопротивлений в узлах металлизации и переходах. Измерение переходных сопротивлений производится и с помощью микрометра, прибора ИПС и других аналогичных приборов при отключенном питании оборудования. Погрешность измерения прибора не должна превышать 10%. Причем установка щупов для замера переходных сопротивлений производится на расстоянии не более 20 мм от контактного перехода двух металлических поверхностей.

Контроль металлизации осуществляется в процессе производства элементов конструкции самолета на этапе сборки узлов металлизации и при монтаже бортового оборудования.

Отличительным признаком точки металлизации является маркировка красной эмалью.

Наличие неразорванной пленки из эмали объективно свидетельствует о том, что контакт не поврежден.

Если при проверке переходного сопротивления нарушено покрытие, то его необходимо восстановить.

Требования к инструменту. При выполнении монтажных работ пользоваться только маркированным инструментом, предусмотренным технологическим процессом. Случайным слесарно-монтажным инструментом пользоваться

не разрешается. Инструмент должен быть чистым, хромированным или вороненым. На инструменте должна быть следующая маркировка:

- номер цеха;
- номер инструмента, закрепленного за конкретным исполнителем монтажа.

Запрещается при монтаже системы управления применять неисправный (с забоинами, отколотыми частями и т.п.) инструмент. Он проверяется мастером и БГК еженедельно по специальному графику осмотров.

При соединении и креплении тяг или тросов и элементов систем применяются слесарные инструменты: гаечные ключи, отвертки, плоскогубцы, пломбиры и др. инструменты, указанные в соответствующих ОСТах и авиационных нормалях (АН).

Для зачистки мест под металлизацию применяют шарошки на пневмодрели (при зачистке элементов каркаса планера) и металлическую щетку или наждачную бумагу (шкурку) (при зачистке элементов системы).

Для замера между агрегатами, элементами системы и корпусом изделия, а также монтажных неточностей применяются щупы пластинчатые и проволочные (набор проволочек различных диаметров), линейки, штангенциркули.

При очистке зоны монтажа от пыли, грязи, стружки применяется пылесос.

13.10. Монтаж трубопроводных систем

К трубопроводным системам самолета Ил-114 относятся:

- гидросистемы (ГС);
- кислородная система (КС);
- противопожарная система (ППС);
- противообледенительная система (ПОС);
- система кондиционирования воздуха (СКВ);
- топливная система (ТС).

К данным системам предъявляются жесткие требования в отношении надежности, живучести, пожарной безопасности, массовых и габаритных характеристик, простоты конструкции, технологичности, ремонтпригодности и т.д. Поэтому к технологическим процессам монтажа трубопроводных систем предъявляются особые требования, которые изложены в соответствующих РТМ, разработанных НИАТ. РТМ включает в себя следующие направления.

Общие требования к монтажу. Монтаж оборудования гидрогазовых и топливных систем выполняется по окончании всех сверлильно-зенковальных, подготовительно-опиловочных и клепальных работ, а также после тщательной очистки во избежание отказа в работе при падении мельчайших посторонних частиц в агрегаты систем (стружки, пыли и т.д.).

Смежный монтаж должен быть закончен и проверен по технологии.

Гидро- и пневмопанели устанавливаются после продувки (промывки) трубопроводов. Трубопроводы, стыкуемые с агрегатами панелей, устанавливаются по специальным приспособлениям и макетным агрегатам.

Отверстия под крепежные винты должны быть просверлены и окончательно развернуты.

Монтаж систем производится в строгом соответствии с чертежами, ПИ, ТУ на данное изделие.

Необходимо перед началом монтажа в отсеке проверить комплектность сборки участка монтажа.

Для монтажа кислородной системы недопустимо применять фибровые и текстолитовые прокладки.

При монтаже трубопроводов топливной и кислородной систем обеспечивается уклон трубопроводов на участке от баков до трехходового крана при «стояночном» положении самолета для слива конденсата в соответствии с ТУ ОКБ (СКО).

Категорически запрещается наличие жировых веществ в зоне монтажа кислородных систем.

Запрещается оставлять открытыми каналы трубопроводов, рукавов, агрегатов и т.п. Заглушки, колпачки и другие средства упаковки с каналов трубопроводов, рукавов, агрегатов снимаются только перед непосредственным подсоединением их или перед промойкой или продувкой внутренних каналов трубопроводов.

По окончании монтажа открытые каналы заглушаются технологическими заглушками.

Не допускается разливать гидросмесь НГЖ-5У из агрегатов при снятии с них заглушек; детали конструкций, на которые может попасть гидросмесь, закрываются целлофаном или другими защитными материалами. Случайно разлитые гидросмеси немедленно удаляются салфеткой.

Монтаж агрегатов, баков и других узлов производится в строгом соответствии с чертежами, ПИ и ТУ; перед монтажом они проходят контроль, консервацию и внешний осмотр.

При получении готовых агрегатов с заводов-поставщиков проверяются сопроводительная документация, сроки годности и сроки консервации агрегатов.

При установке и креплении агрегатов оборудования должны быть выдержаны зазоры между агрегатными и другими элементами планера согласно указаниям в технической документации и чертежах.

Монтаж трубопроводных систем производится в соответствии с группами точности на трубе. Группу точности назначает конструктор.

Требования к металлизации элементов систем. Металлизация трубопроводов осуществляется по документации генерального конструктора.

Под металлизацией подразумевают специальное электрическое соединение металлических частей и деталей оборудования для создания между ними постоянного надежного электрического контакта с малым переходным сопротивлением.

Металлизация труб осуществляется тремя способами: с помощью металлической прокладки, устанавливаемой в колодках крепления труб; перемычек и хомутов; лент металлизации, закладываемых в дюритовые соединения.

Трубопроводы перед металлизацией очищаются от краски и анодной пленки в местах крепления (колодками, хомутами и т.д.) с трубопроводом и изделием (вне самолета). Площадь контакта элемента крепления с изделием также зачищается.

При креплении труб хомутами с лентой металлизации трубы зачищаются только в местах касания ленты металлизации по всей окружности. Места металлизации сразу же после зачистки защищаются липкой лентой (ГОСТ 9438-73), снять которую нужно более чем за 1 ч перед креплением. Участок, зачищенный на трубе под металлизацию, должен выходить из-под колодки не более чем на 3-5 мм.

Зачищенные места после металлизации покрываются грунтом ГФ-032 или бесцветным лаком АК-ПЗ с соблюдением соответствующих ТУ.

Бесцветный лак наносится на поверхности с анодным или гальваническим покрытием. На поверхностях трубок зачищенный участок, выходящий из колодки (поясок размером 3-5-мм), закрашивается краской, соответствующей покрытию детали.

Для обеспечения металлизации между элементами крепления (хомутами) и элементами конструкции (из алюминиевых сплавов) наиболее рационально применять кленку не анодированными заклепками. Места установки не анодированных заклепок оговариваются в чертежах. Для клепки дюритовых деталей применяются заклепки из сплавов марок Д16, Д18, В65.

При креплении различных кронштейнов и агрегатов (гидравлических цилиндров, аккумуляторов) их не следует подвергать специальной металлизации. В этом случае они соединяются с корпусом крепящими болтами или трубками, подводящими рабочую жидкость или газ.

При установке луженых наконечников защита излишне зачищенных мест металлизации на основе соответствующих ТУ осуществляется:

- грунтовочным грунтом КФ-030, режим сушки 8 ч. При температуре +12+18° С до полного высыхания;
- вторичной грунтовкой тем же грунтом с 12%-ной алюминиевой пудрой, режим сушки тот же;
- окраской эмалями марок ПФ-19г – глянцевые, ПФ-19м – матовые, в зависимости от цвета основной детали.

Перемычки металлизации должны соответствовать ОСТу и заводским НИ.

Длина перемычек металлизации должна быть минимально необходимой, так как этим обеспечивается минимальное переходное сопротивление. Причем перемычки металлизации, устанавливаемые на движущиеся детали, должны иметь достаточную длину для свободного перемещения деталей.

При установке перемычек с шайбами металлизации установка шайб должна быть предусмотрена чертежом.

Металлизация деталей из магниевых сплавов выполняется по инструкции ВИАМ.

Установка перемычек металлизации на изделии без разрешения СКО не допускается, так как с увеличением числа установленных перемычек ухудшается контроль за ними в эксплуатации и увеличиваются помехи, возникающие при их неисправности.

Зачистка под металлизацию агрегатов всех систем от краски и анодной пленки производится после расконсервации их на специальных участках.

13.11. Специальные требования и технология монтажа трубопроводов, плангов и патрубков

При прокладке трубопроводов необходимо обеспечить минимальные зазоры между трубопроводами и элементами планера и других систем, отвечающих требованиям соответствующих ОСТов.

При соединении трубопроводов монтажные неточности (недотяг, несоосность, перекос) не должны превышать норм, изложенных в специальном РТМ.

При монтаже резьбовых соединений на их резьбу необходимо нанести смазку в соответствии с требованиями чертежа.

Категорически запрещается смазывать резьбу соединения трубопроводов в кислородной системе смазкой, кроме смазки ВНИИНП-282.

Не наносить смазку на резьбовые соединения обратных клапанов и коллекторов в системе отбора воздуха, а также на болты крепления металлизации.

Наносить смазку тонким слоем только на наружные поверхности резьбовых элементов соединения, не допуская при этом скопления смазки на поверхности.

Во избежание попадания смазки во внутренние полости каналов смазку не наносить на первые 2-3 витка резьбовых элементов соединений.

Наносить смазку разрешается только обтирочной замшей (ГОСТ 3717-18), а жидкость НГЖ-5У – только тампоном из обтирочной замши с помощью пинцета.

Примечание:

1. Смазывать резьбовые соединения гидросистем рабочей жидкостью НГЖ-5У можно также путем окунания концов труб в банку с маслом.

2. Запрещается наносить краску волосяной кисточкой. Смазка хранится в тубиках или шприцах с крышечкой, исключающей попадание в нее сора, влаги и т.д. (ГОСТ 3643-75).

При нанесении смазки запрещается:

- употреблять смазку из какой-либо временно открытой посуды (крышки, заглушки и т.п.);

- наносить смазку не обезжиренными предметами, а также пальцами рук.

На резьбовые поверхности и уплотнительные места не должны попадать посторонние предметы.

Монтаж шлангов производить в соответствии с требованиями соответствующих РТМ.

Монтаж патрубков производить в соответствии с требованиями соответствующих РТМ.

Технология монтажа. Перед установкой агрегатов, емкостей, готового оборудования на изделие проверяются:

- отсутствие внешних дефектов;
- отсутствие консервирующей смазки на наружных поверхностях;
- наличие клейм ОТК и паспорта;
- наличие заглушек и пломб; совпадает ли номер агрегата с номером в паспорте.

При установке на изделие кислородных баллонов обязательно проверяется срок гидроиспытания их инспекцией котлонадзора.

Перед началом работы удалить все посторонние предметы из зоны прокладки трубопроводов и монтажа агрегатов.

Примечание: При монтаже поддерживать надлежащую чистоту и не допускать засорения изделия.

С концов трубопроводов и гибких шлангов перед их подсоединением снимаются предохраняющие колпачки или обертка. Все трубопроводы (кроме кислородных и продуваемых после монтажа на изделии) продуваются сухим сжатым воздухом под давлением 3-6 атм. Для этого имеется специальный стенд, оснащенный баллоном сжатого воздуха, фильтром (марки 11ВФ120), маслоотделителем и редуктором. Можно использовать сжатый воздух общей сети, но через соответствующий продувочный стенд.

Примечание: После окончания работы при незавершенном монтаже все свободные концы труб (не подсоединенные) должны быть заглушены и опломбированы.

Дюритовые муфты необходимо расконсервировать и промыть в чистом бензине или уайт-спирите (ГОСТ 3134-52).

Концы трубопроводов кислородной системы промываются спиртом-ректификатом (ГОСТ 5262-67), продуваются от баллона с азотом через стенд, аналогичный стенду, применяемому при продувке воздухом.

Всю арматуру и элементы крепления необходимо расконсервировать и промыть в чистом бензине или уайт-спирите, после чего просушить подогретым сжатым воздухом. Не законсервированные элементы крепления и арматуры не промываются.

Арматура трубопроводов кислородной системы промывается в спирте-ректификате (ГОСТ 5262-67) и продувается азотом (ГОСТ 9293-74).

Трубопроводы гидросистем раскупориваются перед их подсоединением и не продуваются.

Перед нанесением смазки на резьбовые элементы соединения (штуцера, переходники, угольники, крестовины, болты, винты и т.п.) снимаются заглушки, колпачки или другие средства изоляции и резьба тщательно протирается обтирочной замшей (ГОСТ 3717-78) или миткалевой салфеткой, смоченной в бензине Б-70 (ГОСТ 1012-72).

Примечание: Ранее нанесенную на резьбовые элементы соединений смазку при изготовлении и сборке агрегатов и узлов удалить.

При поступлении со склада шланги проверяются на:

- чистоту наружной и внутренней поверхностей. Для проверки чистоты внутренней поверхности шланга его продувают воздухом (ГОСТ 11882-73), приложив к открытому концу фильтровальную бумагу или салфетку; бумага или салфетка должна оставаться чистой. Для проверки чистой наружной поверхности шланга ее протирают салфеткой. Салфетка должна остаться чистой;
- наличие клейма ОТК и клейма о проведении испытаний на прочность и герметичность;
- наличие металлической бирки;
- наличие паспорта с указанием сроков службы и гарантий;
- сохранность специальных колпачков или оберточной бумаги на концах шланга. При обнаружении разрушенных колпачков или обвязок шланг промывается бензином Б-70 (ГОСТ 1012-72) от стеллажа и продувается сухим сжатым воздухом (ГОСТ 11882-73), с точкой росы не выше -40°C , от общей сети или баллонов через стеллаж с фильтром тонкостью фильтрации 1-5 мкм, с маслоотделителем и редуктором, давление 3-6 атм;
- отсутствие повреждений шлангов в наконечниках. Если шланг в наконечнике проворачивается (легко от руки), его необходимо заменить.

Перед прокладкой трубопроводов проверяется крепление основания колодок и агрегатов, установленных при сборке планера.

Примечание: Головки заклепок крепления основания колодок должны утопать в отдельно сферической части основания (по чертежу).

Проверяется правильность положения обеих частей крепежной колодки относительно друг друга, наложив зажим на основание.

При нескольких зажимах проверяется правильность комплектования колодки по цифровой маркировке.

Во избежание попадания смазки во внутренние полости каналов смазка не наносится на первые 2-3 витка резьбовых элементов соединений или, прежде чем наносить смазку, накрутить накидную гайку на 1.5-2 витка резьбы; при соединении трубопроводов с помощью дюрита торцы трубы не смазываются.

Монтаж трубопроводов с промежуточным креплением колодками рекомендуется вести в следующей последовательности:

- закрепить концы трубопровода, навертывая от руки накидные гайки до упора;
- закрепить предварительно от руки одну из средних промежуточных колодок;
- отвернуть на 0.5-1 оборот накидные гайки;
- окончательно закрепить последовательно промежуточные колодки, измеряя неточность на каждом монтируемом участке;
- отвернуть полностью накидные гайки и проверить неточность по отходу трубки от штуцера. Если неточности лежат в допустимых пределах – окончательно затянуть гайки.

Монтаж Г-образных или близких к ним по конфигурации трубопроводов без промежуточных колодок начинается со стороны длинного плеча, а затем закрепляется более короткое плечо.

Перед окончательным креплением соединений трубопроводов необходимо смазать резьбовые элементы.

После подсоединения трубопроводов продуваются все трубопроводные системы (по участкам), кроме гидравлической и кислородной.

Трубопроводы продувать под давлением 5-10 атм. в течение 20-25 с.

При окончательном соединении трубопроводов накидную гайку навернуть от руки на 2/3 длины резьбы штуцера, а затем затянуть ее нормальным ключом. При затяжке соединения переходник штуцера поддерживают вторым ключом и следят, чтобы труба при этом не вращалась.

После установки накидной гайки трубопровода до упора (усилие руки) для обеспечения герметичности соединения рекомендуется произвести дозатяжку гаек:

- для развальцованных стальных трубопроводов – 1.5-2 грани;
- для развальцованных алюминиевых трубопроводов диаметром до 30 мм – на 0.5 –1.0 грань от упора; диаметром свыше 30 мм – на 1.0 –1.5 грани;
- для всех остальных трубопроводов – на 1.5-2.5 грани.

Отсчет граней производится по ранее нанесенным рискам.

Примечание: Затяжка соединений трубопроводов производится нормальными ключами без дополнительных рычагов.

Категорически запрещается производить подтяжку гаек трубопроводов, находящихся под давлением.

Затяжка подвесных колодок производится после окончательного закрепления трубопроводов с агрегатами и неподвижными элементами крепления.

После окончательного закрепления агрегатов, емкостей, соединений трубопроводов, элементов крепления (проходников, угольников, крестовин и др.) контрить и пломбировать.

Головки болтов крепления агрегатов оборудования контрить следующим образом: обезжирить бензином Б-70 и покрыть грунтом ФЛ-086 или красной краской нанести полоску шириной 2 мм (болты металлизации).

Контрить и пломбировать элементы крепления, стыков ниппельных и фланцевых соединений трубопроводов проволокой до испытания на герметичность.

Законтренные соединения должны пломбироваться проводившим монтаж рабочим закрепленным за ним пломбиром.

13.12. Оборудование, инструмент и оснастка для монтажа

При монтаже трубопроводов пользоваться чистым хромированным или вороненым инструментом. Инструмент должен соответствовать выполняемым операциям монтажа и должен быть закреплен за рабочим, ведущим монтаж. При монтаже и демонтаже трубопроводов и агрегатов топливной системы применяется омедненный инструмент.

Инструмент для гидросистемы должен быть хромирован.

При соединении и креплении трубопроводов применяется слесарный инструмент: гасчные ключи (нормальные), отвертки, плоскогубцы, пассатижи, пломбир, специальные ключи (радиусные и т.п.), указанные в соответствующих ОСТах и в сборниках авиационных нормалей.

При установке и креплении агрегатов, готовых изделий, монтажных панелей, кронштейнов, колодок, хомутов применяются ручные пневматические резьбозавертывающие машины, винтоверты, гайковерты типов ВП.02.000; ВП.08.000; РЗМП-21-8-160; РЗМТГУ 21-8; ГУП-2; ГУП-4; ИП-3111; ИП-3297 и др.

Выбор резьбозавертывающей машины производится в зависимости от крутящего момента с соблюдением требований соответствующего ОСТа.

В резьбозавертывающих машинах предусмотрено применение стандартных насадок в виде торцевых ключей по типу, указанному в ГОСТе 3329-75.

При монтаже кислородной системы необходимо применять хромированный, омедненный или никелированный инструмент. Перед работой инструмент должен быть протерт чистым бензином (ГОСТ 443-76) и высушен чистой салфеткой.

Запрещается применять при монтаже трубопроводов неисправный (с забоинами, отколотыми частями) инструмент.

Длина рукоятки нормального ключа должна быть не более 120-160 мм («Ключи гасчные», ГОСТ 2839-71 и ГОСТ 3108-71, «Ключи с регулируемым крутящим моментом», ГОСТ 7068-54).

Инструмент должен проверяться мастером БТК еженедельно (контроль исправности инструмента).

Для зачистки мест под металлизацию применяются шарошки (при зачистке элементов каркаса планера) и металлическая щетка или наждачная бумага ГОСТ 6456-75 (при зачистке трубопроводов).

Для замера зазоров между трубопроводами и элементами конструкции: подотяга, несоосности – в соединениях трубопроводов применяются щупы (ГОСТ 882-75), пластиковые линейки (ГОСТ 427-75), штангенциркули (ГОСТ 166-73).

При очистке зоны монтажа от пыли, грязи, стружки применяются промышленные передвижные пылесосы с эжекторными аппаратами с тканевыми фильтрами на выходе.

13.13. Монтаж электрорадионавигационных систем

Общие требования. Электрожгуты, в том числе кабели, электрической сборки, предназначенные для монтажа на самолете, изготавливаются по чертежам генерального конструктора и применяются ОТК и заказчиком.

Электрожгуты, в том числе кабели, электрической сборки не должны иметь механических повреждений материала, нормалей, деталей, покупных комплектующих изделий (ПКИ).

Принятые ОТК и заказчиком электронные жгуты электрической сборки упаковываются в плотную бумагу.

Монтаж жгутов, в том числе кабелей, электронных сборок, ПКИ на самолете выполняется после окончания всех сверлильно-клепальных работ, монтаж трубопроводных систем – после тщательной очистки агрегатов, изделий от пыли, стружки и других посторонних предметов.

В случаях, когда необходимо выполнить дополнительные сверлильно-клепальные работы, или работы, касающиеся трубопроводных систем в зонах с выполненной прокладкой электронных жгутов, в том числе кабелей или окончательными монтажами – произвести демонтаж жгутов, в том числе кабелей из зон доработки, тщательно защитить их от возможных механических повреждений и отвести из зоны доработки.

Выполняется монтаж электронных жгутов, в том числе кабелей, в строгом соответствии с монтажными чертежами, инструкцией и другой нормативно-технической документацией, указанной в документации главного конструктора.

Рекомендуется для исключения попадания в жгуты пыли, стружки очищать выполненные монтажи жгутов, в том числе кабелей полиэтиленовой пленкой и снимать ее перед передачей изделия в ЛИС.

Прокладка, крепление жгутов и кабелей на изделии. Монтаж жгутов и кабелей на изделии включает следующие работы:

- подготовка к монтажу (ознакомление с технической документацией, осмотр жгутов, подготовка инструмента и приспособлений, осмотр зон монтажа);

- установка на изделия предохранительных прокладок, прокладок в отверстиях и на элементах конструкции для защиты жгута от механических повреждений;
- прокладка жгутов, в том числе кабелей, по трассе и временное их крепление;
- контроль правильности прокладки жгутов, в том числе кабелей;
- окончательное крепление жгутов, в том числе кабелей;
- установка электронных сборок и ПКИ;
- подсоединение жгутов, в том числе кабелей, к агрегатам, электронным сборкам, ПКИ, контровка и пломбировка электронных соединителей;
- контроль качества монтажа жгутов, в том числе кабелей, исполнителем, предъявление ОТК и заказчику.

Прокладка, крепление жгутов, в том числе кабелей, производится в соответствии с монтажными чертежами, инструкцией и другой нормативно-технической документацией. При этом жгуты, в том числе кабели, должны быть проложены и закреплены так, чтобы была исключена возможность их механического повреждения при эксплуатации самолета. Должен быть обеспечен доступ к осмотру и обслуживанию систем самолета. Обеспечен трехкратный эксплуатационный запас проводов в местах заделки, амортизации амортизируемых изделий, соответствие радиусов изгиба жгутов, в том числе кабелей соответствующему ОСТу.

Для исключения повреждения изоляции проводов двух пересекающихся жгутов жгуты в местах пересечения необходимо защитить изоляционным материалом в монтажном чертеже.

Для исключения попадания влаги, различных жидкостей на жгут, в том числе на кабель или электронный соединитель, необходимо выполнить защиту жгутов, в том числе кабелей, чехлами, неметаллическими трубками, указанными в монтажном чертеже.

Зазоры между жгутами, в том числе кабелями, трубопроводами, тягами и тросами управления самолетом и элементами конструкции должны быть выполнены согласно соответствующего ОСТа.

Подсоединение жгутов, высокочастотных кабелей к агрегатам, электронным сборкам и ПКИ. Подсоединение электронных соединителей к агрегатам, электронным сборкам и ПКИ производится согласно электронным схемам.

Перед подсоединением электронные соединители осматриваются на отсутствие механических повреждений и загрязнений.

Для сочленения «вилки» с «розеткой» необходимо совместить шпонку корпуса блочной части электронного соединителя и шпоночный паз корпуса кабельной части электронного соединителя. Затем, вращая соединительную гайку до отказа, произвести подсоединение электронного соединителя. Момент

полного подключения определяется отсутствием люфта кабельной части электронного соединителя относительно блочной.

Для полного сочленения «вилки» с «розеткой» допускается затяжка гайки соединителя специальным ключом с обрезанными губками.

После подсоединения все электронные соединители контрятся и пломбируются согласно ОСТу.

Подсоединение проводов к контактам выполняется по соответствующему ОСТу. Допускается под один зажимной контакт подсоединять не более трех наконечников.

При подсоединении проводов к контактам, имеющих 6 мм и выше, затяжка производится тарированным ключом с усилием, указанным в соответствующей инструкции.

После тарированной затяжки на резьбовые соединения + (болт, гайка, наконечник) наносятся контрольные риски красной эмалью ХВ-16 шириной 1-3 мм; в резьбовых соединениях – диаметром менее 4 мм, вся головка болта покрывается эмалью ХВ-16.

Подсоединение минусовых проводов к корпусу самолета. Подсоединение минусовых проводов к корпусу самолета производится в соответствии с монтажными чертежами и ОСТом.

Места подсоединения минусовых проводов к корпусу самолета зачищаются шкуркой с абразивом ЭЗ от №3 до №12 (ГОСТ 6456-68) до металлического блеска. Зачищенная поверхность должна быть на 3-5 мм больше контактной поверхности наконечника.

Подсоединение минусовых проводов к корпусу самолета производится не позднее 6 часов после зачистки мест подсоединения.

После подсоединения минусовых проводов замеряется переходное сопротивление между наконечником и корпусом изделия с помощью измерительных малых сопротивлений или высокочувствительных микрометров, например ИПС -2. Величина переходных сопротивлений не должна превышать величин, указанных в соответствующем ОСТе.

Излишне зачищенные места вокруг наконечника покрываются эмалью КО-814.

Контроль качества монтажа жгутов и проводов на самолете. Контроль качества монтажа жгутов и проводов должен быть 100%-ным. Проверяется визуально:

- соответствие выполненного монтажа монтажному чертежу;
- общее состояние жгутов, в том числе кабелей, проводов (отсутствие повреждения жгутов, в том числе кабелей и проводов, элементов крепления и пр.);
- правильность и четкость маркировки жгутов, проводов, в том числе кабелей, и мест подсоединения минусовых проводов и пленок металлизации;
- чистота зон монтажа и отсутствие посторонних предметов;
- правильность прокладки подвижных участков жгутов;

- правильность прокладки жгутов через острые кромки и отверстия в конструкции самолета;
- соответствие маркировки на частях электронного разъема;
- затяжка накладной гайки;
- отсутствие повреждений разъема;
- соответствие вида контровки и пломбирования типу разъема;
- отсутствие повреждений наконечника и болтового контакта.

С помощью мерительного инструмента проверяют:

- величину зазора между жгутами, элементами планера и систем;
- величину радиусов изгиба жгутов, в том числе кабелей и проводов;
- величину расстояний между элементами крепления.

Прозвонка жгутов на самолете. Прозвонка жгутов производится после выполнения монтажа электронных жгутов, в том числе кабелей и проводов, на обесточенном изделии по электрическим схемам при помощи тестера ПЦ 4353 (ПЦ313).

Один из проводов тестера подключается к корпусу самолета, второй – к прозваниваемому проводу. Второй конец прозваниваемого провода соединяется перемычкой с корпусом изделия.

Глава 14

ИСПЫТАНИЯ САМОЛЕТА

14.1. Испытание системы управления самолетом

Системы управления самолетом связаны с безопасностью полета самолета, поэтому к ним предъявляются повышенные требования по надежности и качеству, что, в свою очередь, определяет требования к техпроцессам испытания систем.

Испытание системы состоит из следующих этапов:

- замер ходов органов управления (штурвалов и педалей);
- проверка жесткости и люфтов систем;
- замер сил трения и определение дисбаланса в системе;
- замеры углов отклонения рулей и элеронов;
- отработка систем управления «под током».

Замер ходов органов управления, проверка жесткости и люфтов, замер сил трения и определение дисбаланса в системе производятся с помощью специального стенда контроля систем управления самолетом Ил-114 типа СКСУ-114.

Загрузка и перемещение органов управления для определения указанных выше параметров производятся автоматически электронными механизмами стенда МП-250 и МК-9. Датчики перемещения и усилий МН-65, ПЛМ-21С, ПЛП-11С потенциометрического типа при перемещении органов управления передают сигналы на двухкоординатный самописец Н-307, который производит запись контролируемых параметров в виде графиков. По графикам, записанным на бланках с предварительно нанесенными в масштабах записи верхними и нижними пределами допустимых значений параметров, определяется соответствие системы управления техническим условиям на нее.

Проверка системы управления самолета стендом СКСУ-114 обеспечивается непрерывностью измерений; объективность, долговечность, точность измерений параметров систем управления снижают трудоемкость контроля. Опыт работы со стендом показывает, что его применение обеспечивает практически полное исключение несоответствий смонтированной системы управления техническим условиям.

Замеры углов отклонений рулей и элеронов производятся с помощью квадрантов, устанавливаемых на крыле.

Отработка под «током» заключается в проверке работоспособности системы от органов управления. При этом сравнивается информация, выдаваемая на экранах КС ЭИС, с реальной информацией работы системы. В случае несоответствия выявляются дефекты, происходит их устранение, производится повторная проверка.

Испытание системы механизации крыла. Испытание системы механизации крыла производится в следующей последовательности:

- замеры углов отклонения закрылков, тормозных щитков и интерцепторов;
- отработка элементов механизации крыла от гидросистемы;
- отработка под «током».

Замеры углов отклонения производятся с помощью квадрантов, устанавливаемых на крыле.

Отработка элементов механизации от гидросистемы заключается в проверке их «уборки-выпуска» при включении соответствующих гидроцилиндров. Отработка под «током» производится аналогично системам управления.

Испытание системы управления двигателями. Испытание системы управления двигателями заключается в следующем:

- проверка соответствия перемещения ручек управления двигателями (РУД) и тяг на двигателях согласно инструкции;
- проверка усилия перемещения РУДов, которые осуществляются с помощью динамометров;
- отработка системы управления под «током», при которой выявляется соответствие показаний на экране КСЭИС и реальной информации работы системы.

Испытание трубопроводных систем. Испытание трубопроводных систем заключается в контроле их герметичности, а также в промывке и отработке гидросистемы.

14.2. Общие требования по контролю герметичности трубопроводных систем

Контроль герметичности производится путем создания избыточного давления внутри систем с последующей оценкой утечки контрольного вещества и системы согласно ГОСТ 17239-71 и 15586-70, а также соответствующего ОСТ-Та.

Нормы на допустимые размеры утечек устанавливаются ОКБ разработчика и указываются в чертежах и ТУ. Допускается указывать рекомендуемый метод поиска течи.

Контроль герметичности в условиях производства является последним (перед отработкой на функционирование) этапом технологического процесса проверки соответствия гидрогазовых и топливных систем предъявляемым к ним требованиям. Его результаты являются оценкой не только герметичности системы, но и стабильности и совершенства операций технологического процесса изготовления деталей и монтажа системы.

Качественный контроль герметичности в процессе изготовления деталей и узлов, входящих в трубопроводные коммуникации, способствует сокращению производственного цикла монтажа и обработки систем.

Качество контроля герметичности зависит от квалификации испытателей, их внимательности, настойчивости и добросовестности в выполнении работ по поиску течей.

К выполнению работ по контролю герметичности систем допускаются лица, обученные методом работы при гидравлических и пневматических испытаниях, аттестованные соответствующими службами предприятия и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Контроль герметичности трубопроводных систем производится в соответствии с серийными технологическими процессами, разработанными на основании чертежей, ТУ и согласованными с соответствующими службами завода.

Заводская технологическая документация на контроль герметичности трубопроводных коммуникаций, помимо рабочей технологии, должна содержать схемы установки технологических заглушек, предохранительных клапанов, манометров, а также мест подвода и согласовываться с ОКБ разработчика и соответствующими службами завода.

К сопроводительной документации на собранные трубопроводные коммуникации прикладывается карта обнаруженных и устраненных течей.

При выборе мест подвода контрольной среды к трубопроводным коммуникациям необходимо убедиться, что через выбранные точки будет обеспечено заполнение всей системы, в том числе и тупиковых зон.

Параметры технологического процесса контроля герметичности (испытательное давление, время выдержки, концентрация пробного вещества в контрольной среде и др.) устанавливаются в соответствии с указаниями чертежей и ТУ на изделие и технологической документации на метод поиска течи.

Система или соединение считаются герметичными, если выявленные при контроле герметичности утечки меньше допустимых величин, указанных в чертеже или ТУ на изделие. При указании на чертеже или ТУ метода поиска течи, а не численного значения утечки, система или соединение считаются герметичными, если с помощью этого метода не выявлены течи в пределах его разрешающей способности.

Контроль герметичности соединений трубопроводов кислородной системы производится азотом (ГОСТ 9293-74) или смесью азота с гелием.

14.3. Контроль герметичности гидравлической системы

Гидростатический метод контроля состоит в следующем. Система заполняется рабочей жидкостью под давлением и после определенной выдержки производится осмотр или наложение фильтрованной бумаги на поверхность проверяемого соединения. Герметичность системы оценивается в зависимости

от наличия или отсутствия капель или отпотевания жидкости на поверхности элементов конструкции систем или пятен жидкости на фильтрованной бумаге, используемой в качестве индикатора.

Контроль герметичности гидростатическим методом производится согласно соответствующих ОСТов.

При контроле герметичности гидросистем давление в системе должно соответствовать рабочему.

При контроле гидросистемы на герметичность рабочие фильтры и дроссели заменяются технологическими или на них заглушаются перепускные клапаны.

Проверяется подсоединение силовых гидроцилиндров и агрегатов с золотниковыми распределителями (II класса) и подсоединяются гидроаккумуляторы.

Проверяется закольцовка рулевых машинок автопилота и гидроусилителей.

Гидробаки и гидронасосы остаются не подсоединенными.

Контроль герметичности гидросистем – 100%-ный. После контроля герметичности гидросистемы по требованию работников ОТК и представителя заказчика может быть произведен повторный выборочный контроль.

Режим контроля герметичности гидросистемы (давление, время выдержки системы под давлением жидкости, количество срабатываний агрегатов и др.) должен строго соответствовать чертежу, ТУ или ПИ на контроль герметичности системы.

Контроль герметичности производится после окончания всех работ по заправке и удалению воздуха из системы в следующей последовательности:

- проверить готовность стенда к проверке и включить световой сигнал «ВНИМАНИЕ! Идет отработка гидросистемы»;
- установить на стенде заданный режим работы;
- включить стенд и проверить правильность работы по заданным режимам;
- провести срабатывание агрегатами (5-6 раз со стенда или из кабины изделия);
- выдержать систему под давлением согласно чертежу и ТУ;
- проверить герметичность соединения трубопроводов с агрегатами и между собой;
- открыть кран, довести давление до нуля, снять заглушки и отсоединить шланги стенда от проверяемой системы;
- отключить насос, заглушить концы шлангов и штуцеров металлическими заглушками и опломбировать, передать стенд для промывки фильтров.

По окончании контроля восстанавливается монтаж и в паспорте изделия делается отметка о контроле герметичности гидросистемы.

Восстановленные после контроля соединения проверяются на герметичность при отработке системы на функционирование.

Для контроля герметичности гидросистемы применяются специализированные стенды.

14.4. Контроль герметичности воздушных и топливных систем

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций пневматическим методом рекомендуется производить после монтажа трубопроводов и агрегатов, перед отработкой их на функционирование.

Давление и степень герметичности системы указываются в ТУ, чертеже или производственной инструкции (ПИ) на контроль герметичности системы.

Сущность пневматического метода контроля в следующем: система заполняется контрольным газом под избыточным давлением, на проверяемые места наносится индикаторная масса и производится ее визуальный осмотр. Герметичность системы оценивается по газовым пузырькам, образующимся в индикаторной массе в местах утечки контрольного газа. В качестве контрольного газа рекомендуется использовать:

- осушенный сжатый воздух с точкой росы не выше -40°C ;
- азот технический (ГОСТ 9293-74), осушенный до точки росы -40°C .

Перед проверкой герметичности трубопроводных коммуникаций должен быть закончен и тщательно проконтролирован монтаж трубопроводов всего изделия.

Смонтированные трубопроводы продуваются сухим сжатым воздухом. Трубопроводы топливной системы контролируются до монтажа топливных баков или с отключенными баками в соответствии с ТУ.

Перед контролем герметичности трубопроводных коммуникаций проверяется сжатый воздух или азот на точку росы.

Перед контролем герметичности трубопроводных коммуникаций с них должны быть демонтированы агрегаты, не допускающие опрессовку, или препятствующие созданию в системе избыточного давления и замене их технологическими переходниками.

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций – 100%-ный. После контроля системы по требованию работников ОТК и представителя заказчика может быть произведен повторный выборочный контроль.

Герметичность контролируется после подготовки трубопроводных коммуникаций к проверке в следующей последовательности:

- установить стенд на рабочем месте, снять заглушки и подсоединить шланг стенда к изделию;
- переключить стенд на заданный режим работы по давлению и времени согласно ТУ, ПИ или другой технической документации на контроль систем;

- включить стенд и световой сигнал «ВНИМАНИЕ! Идет отработка» и проверить правильность работы по заданным параметрам;
- проверить снижение давления из системы через стенд после цикла переключений;
- нанести индикаторную массу на контролируемые соединения;
- отметить негерметичные соединения;
- снизить давление до нуля в проверяемой системе с помощью стенда;
- устранить обнаруженные течи;
- проверить соединения, где устранялись течи;
- протереть чистой хлопчатобумажной салфеткой соединения от индикаторной массы;
- снять заглушки и отсоединить шланги стенда от проверяемой системы: шланги и штуцеры закрыть и опломбировать.

По окончании контроля наружной герметичности, восстанавливается монтаж и в паспорте изделия делается пометка о контроле.

Для контроля герметичности трубопроводных систем пневматическим методом (за исключением кислородных систем и полностью смонтированных гидравлических) применяются стенды.

Рабочие места оснащаются кисточками для нанесения индикаторной массы, хлопчатобумажными салфетками для ее удаления и металлической посудой для содержания растворителей для обезжиривания контролируемых поверхностей.

14.5. Контроль герметичности кислородной системы

Контроль герметичности производится только на полностью смонтированных системах и с обязательной предварительной (непосредственно перед контролем) продувкой трубопроводов. Для продувки кислородных систем применяется только азот. Герметичность кислородных систем контролируется при давлении, равном рабочему.

При технической наземной отработке кислородной системы (контроль герметичности) разрешается заряжать бортовые баллоны на изделие азотом по ГОСТу 9293-74 (не ниже 1-го сорта), осушенным до точки росы -40°C .

Перед установкой трубопроводов на панели они должны быть продуты чистым азотом при давлении $10\text{--}20\text{ кгс/см}^2$ в течение $10\text{--}15\text{ с}$, так как в сборочном цехе трубопроводы панелей не продуваются.

После сборки панелей трубопроводы кислородной системы продуваются на герметичность, в соответствии с указанием чертежа.

Герметичность кислородной системы проверяется в два этапа: сначала без бортовых баллонов, затем полностью смонтированной системы.

Перед проверкой кислородной системы па герметичность отключаются агрегаты согласно ТУ, чертежу или производственной инструкции на контроль герметичности системы.

Перед подсоединением стенда к бортовой системе необходимо убедиться в чистоте бортового зарядного штуцера, после чего подсоединить к нему шланг.

Контроль герметичности кислородной системы – 100%-ный. После контроля системы по требованию работника ОТК и представителя заказчика производится повторный выборочный контроль.

Контроль герметичности производится после подготовки системы в следующей последовательности:

- зарядить кислородную систему до давления, указанного в чертеже ТУ или ПИ на контроль герметичности системы;
- проверить герметичность системы после нанесения нейтрального мыла на проверяемые соединения;
- устранить не герметичность соединений подтяжкой накидных гаек, предварительно стравить давление из системы до нуля;
- после устранения не герметичности соединений проверку герметичности кислородной системы повторить;
- по окончании контроля системы на герметичность протереть все соединения чистой хлопчатобумажной салфеткой от нейтрального мыла;
- проверить качество контровки и пломбирования на соответствие ГОСТу 13977-74;
- закрыть приборный вентиль, стравить давление азота и отсоединить стенд;
- после продувки системы азотом, проверки на герметичность и работоспособность кислородной системы, произвести отметку в технологическом паспорте на сборку изделия.

Для контроля кислородной системы на герметичность применяются стенды.

Рабочие места оснащаются кисточками для нанесения нейтрального мыла, хлопчатобумажными салфетками для его удаления и металлической посудой для содержания растворителей для обезжиривания контролируемых поверхностей.

14.6. Промывка гидравлической системы

Процесс промывки является технологической операцией, проводимой для очистки агрегатов и трубопроводных коммуникаций от механических загрязнений, попадающих во внутренние полости трубопроводов и агрегатов при изготовлении, монтаже и начальном этапе работы (приработке).

Очистку гидравлической аппаратуры и гидроагрегатов от технологических загрязнений производят согласно РТМ – 1124-66.

Наиболее эффективным способом промывки гидросистем является промывка рабочей жидкостью (в состоянии поставки) в два этапа. Первый этап – промывка трубопроводов, второй – промывка окончательно собранной и работающей гидросистемы.

Промывка осуществляется путем прокачки рабочей жидкости через все трубопроводы собранной гидросистемы или участок трубопровода согласно схеме закольцовки, разработанной в ОКБ или СКО завода.

Монтаж системы перед промывкой должен быть закончен и тщательно проконтролирован.

Не подсоединяются трубопроводы к гидроагрегатам, отличающимся повышенной чувствительностью к загрязнению рабочей жидкости.

Перечень не подсоединяемых агрегатов (баки, силовые цилиндры, гидронасосы, рулевые машинки автопилота, гидроусилители, агрегаты с цилиндрическими золотниковыми распределителями 2-го класса чувствительности, гидроранели и гидроаккумуляторы) составляется ОКБ и СКО и указывается в чертежах или ТУ (схема кольцевания системы).

Примечание: Трубопроводы подсоединяются к агрегатам только в том случае, если эти агрегаты заменены макетами. Макеты выполняются с проходным диаметром отверстий, равным диаметрам трубопроводов.

Все детали и агрегаты гидросистемы после их изготовления промываются в соответствии с требованиями, предъявляемыми к чистоте наиболее чувствительного к загрязнениям агрегата данной системы.

Участки трубопроводов соединяются специальными, предварительно промытыми технологическими фитингами, а также технологическими трубопроводами и рукавами.

Заглушки и колпачки с трубопроводов снимаются только непосредственно перед установкой технологической арматуры.

При промывке трубопроводов гидросистем применяются специальные переходники, снабженные кранами перекрытия.

При кольцевании агрегатов рекомендуется соединять трубопроводы с разницей внутренних диаметров не более 4 мм.

Для повышения качества трубопроводов закольцованную линию делать не более 40 м.

Рабочую жидкость перед ее заправкой в гидростенд необходимо проверить в заводской лаборатории на ее соответствие ТУ или ГОСТу по наличию воды и механических примесей.

Промывка трубопроводных коммуникаций с отключенными агрегатами состоит из следующих операций: подготовка к промывке, промывка трубопроводов с отключенными агрегатами; контроля качества промывки. Перед промывкой трубопроводных коммуникаций рабочие фильтры системы заменяются технологическими, в которых заглушаются перепускные клапаны и проверяется постановка технологических фильтров.

Перед промывкой трубопроводных коммуникаций рабочие фильтры системы заменяются технологическими, в которых заглушаются перепускные клапаны и проверяется постановка технологических фильтров.

Обратные клапаны и дроссели заменяются технологическими переходниками.

Агрегаты закольцовываются согласно схеме кольцевания трубопроводов, разработанной в ОКБ или СКО.

Баки и насосы не подсоединяются.

Технологическая арматура (фитинги, шланги, трубопроводы и др.) должна соответствовать всем требованиям, предъявляемым к технологической арматуре.

Перед соединением трубопроводов в кольцо снимаются заглушки, колпачки, целлофан и т.п. со свободных, не подсоединенных к штуцерам гидроагрегатов концов трубопроводов.

Затем открытые концы труб соединяются между собой предварительно промытыми технологическими фитингами, технологическими трубопроводами и шлангами.

Примечание: Снимать заглушки и колпачки с трубопроводов только непосредственно перед установкой технологической арматуры и соединением трубопроводов технологическими агрегатами.

По окончании кольцевания трубопроводов и его контроля приступают к промывке трубопроводов гидросистемы.

Давление рабочей жидкости при промывке должно быть равно сумме гидросопротивлений промываемого трубопровода и стенда и не должно превышать допустимого давления (ГОСТ 9940-72, ГОСТ 8733-66, ГОСТ 323-1-74, ГОСТ 18475-73 и ГОСТ 18482-73).

Температура рабочей жидкости во время промывки не должна превышать $+80^{\circ}\text{C}$.

Промывку трубопроводных коммуникаций выполнять в следующей последовательности:

- установить промывочный стенд с заправленным баком около агрегата или собранного самолета и подключить электронный жгут питания электродвигателя, который приводит в движение насос;
- снять с наконечников шлангов гидростенда заглушки, промыть концы шлангов и подсоединить их к промываемой магистрали по схеме кольцевания;
- установить давление согласно чертежу или ТУ;
- проверить трубопроводы и места их соединения на отсутствие течи: при обнаружении течи устранить ее или заменить трубопровод;
- включить гидростенд и промыть систему;

- переключить по окончании промывки трубопроводов трехпозиционный кран стенда для прокачки моющей жидкости через контрольный фильтр (оптический или быстроразъемный), прокачать через них жидкость. при наличии загрязнений более допустимой величины снова повторить операционные промывки до требуемой чистоты;
- выключить стенд по окончании промывки и удалить из трубопроводов гидросистемы рабочую жидкость: жидкость из закольцованного трубопровода слить через линию слива-самотек из гидросистемы самолета в стенд или с помощью чистого сжатого азота под давлением 3-5 атм. Операция слива гидросмеси из трубопроводов является обязательной (запрещается для этой цели применять сжатый воздух).

Отсоединить сливной шланг промывочного стенда, отключить электрическое питание, после чего стенд транспортировать в специальное помещение для промывки фильтров стенда.

Технологические фильтры снять, промыть и установить снова или заменить их новыми.

По окончании промывки и контроля снять технологические фильтры II рукава и подключить трубопроводы ко всем гидравлическим агрегатам, за исключением гидроагрегатов, которые отключаются при контроле герметичности и промывки гидросистемы.

Свободные концы трубопроводов, а также концы трубопроводов, не подсоединенных к гидроагрегатам, после окончания работ закрыть заглушками и опломбировать. Произвести монтаж трубопроводов, не подвергающихся промывке, например трубопроводов, которые были закольцованы. Поставить пломбы на соединения трубопроводов с гидроагрегатами.

Чистота внутренних поверхностей трубопроводных магистралей контролируется косвенно по чистоте промывочной (рабочей) жидкости.

Контроль качества операций промывки трубопроводных магистралей осуществляется в два этапа: предварительный и окончательный.

Предварительный контроль качества промывки трубопроводов гидросистемы осуществляется по соответствующему ОСТу после пятиминутной прокачки жидкости через контрольный фильтр.

Трубопроводные магистрали считаются промытыми и подлежащими окончательному контролю, если чистота контролируемой жидкости согласно соответствующего ОСТа составляет 6-й класс.

Промывку гидросистемы рекомендуется в цехе окончательной сборки после завершения сборки и промывки трубопроводных коммуникаций, монтажа гидроагрегатов и проверки системы на герметичность перед отработкой системы на функционирование.

Для лучшего удаления продуктов износа трущихся деталей гидроагрегатов из гидросистем они промываются при функционировании гидроагрегатов. На

время промывки системы отключаются только гидроагрегаты, особо чувствительные к загрязнениям.

Перечень агрегатов, не участвующих в промывке гидросистемы, должен быть указан ОКБ разработчика или СКО завода в чертежах или ТУ.

На время промывки устанавливаются технологические фильтры и технологические проставки с фильтрами и пробопотборниками для очистки и контроля чистоты.

На время промывки технологические переходники заменяются технологическими дросселями, диаметры отверстий которых должны соответствовать диаметрам, указанным в технологической документации ОКБ.

Гидросистема с подсоединенными агрегатами промывается для очистки от механических загрязнений и для удаления продуктов трущихся деталей гидроагрегатов.

Промывка гидросистемы заключается в подготовке к промывке, заправке системы рабочей жидкостью, промывке рабочей гидросистемы, контроле качества промывки. Перед промывкой гидросистемы необходимо полностью закончить и полностью проконтролировать выполнение следующих работ:

- стыковку агрегатов самолета;
- соединение трубопроводов гидросистемы в местах разъема агрегатов самолета;
- монтаж гидравлической системы;
- монтаж систем бортового оборудования, смежных с гидравлической системой, если эти системы функционально связаны с гидравлической системой.

Гидравлическая система промывается при следующих режимах:

- расход жидкости должен соответствовать указаниям в чертежах на гидросистему, выпущенных в ОКБ разработчика или СКО завода;
- уменьшать пульсацию моющей жидкости не рекомендуется, поэтому в промывочных стендах не следует применять гидроаккумуляторы и низкооборотные насосы с небольшим количеством плунжеров;
- температура рабочей жидкости гидросистемы при промывке не должна превышать $+80^{\circ}\text{C}$;
- каждый гидравлический агрегат должен многократно срабатывать во время промывки системы: количество срабатываний отдельных агрегатов указывается в ТУ или чертежах;
- время промывки гидросистемы определяется временем срабатывания агрегатов гидросистемы, оно не должно быть менее 1 ч. Промывка гидросистемы выполняется в следующей последовательности:
- после окончания всех подготовительных работ стенд подключить к гидросистеме самолета, а также к электросети и заводской сети сжатого воздуха;

- установить или включить сигнал «Ведется промывка системы»;
- включить гидронасос стенда и промыть систему;
- включить гидроагрегаты самолета с промывочного стенда или из кабины экипажа. Во время промывки гидросистемы проверить герметичность подключенных гидроагрегатов и не допускать попадание жидкости на агрегаты, электрические жгуты и готовые изделия бортового оборудования самолета;
- после окончания промывки переключить трехпозиционный кран, прокачку жидкости через контрольный фильтр (оптический или быстро разъемный) и произвести прокачку жидкости в течение 5 мин;
- отключить стенд, включить подсвет контрольного фильтра и провести контроль чистоты жидкости;
- промывку гидросистемы следует повторить, если при предварительном контроле чистоты на фильтровом элементе контрольного фильтра обнаружены частицы загрязнений или (при наличии прибора объективного контроля) концентрация загрязнений в промывочной жидкости превышает допустимую;
- после окончательной промывки и контроля переключить кран стенда на линию отбора проб жидкости (пробоотборника);
- прокачать жидкость через пробоотборник в течение 5 мин и взять пробу рабочей жидкости. Все пробы направить в лабораторию для проведения микроскопического анализа;
- если по результатам контроля будет установлено, что чистота внутренних полостей гидросистемы отвечает требованиям ТУ, в технологическом паспорте самолета делается отметка о промывке системы;
- выключить стенд промывки гидросистемы, отключить электропитание, отсоединить воздушный шланг, гидрошланги и рукава, закрыть колпачками наконечники шлангов и бортовые штуцера заправки гидросистемы, после чего сдать стенд на промывку фильтров. Жидкость после промывки гидросистемы не сливать.

Примечание. Отбор проб жидкости из гидросистемы производится в соответствии с методическими указаниями по назначению и определению классов чистоты.

Чистота внутренних поверхностей гидравлических систем при промывке после монтажа в цехе окончательной сборки контролируется косвенным методом – по чистоте промывочной (рабочей) жидкости.

Чистота гидравлических систем контролируется в два этапа – предварительный и окончательный.

Гидравлическая система считается промытой и подлежит окончательному контролю, если чистота контролируемой жидкости (согласно ОСТу 1.41372-73) соответствует 6-му классу.

При окончательном контроле качества промывки гидросистем последние считают чистыми, если чистота контролируемой жидкости соответствует 7-му классу.

14.7. Отработка гидравлической системы

Смонтированную гидросистему необходимо отрабатывать на функционирование по отдельным участкам:

- выпуск и уборка стоек шасси;
- торможение колес шасси;
- закрылки и предкрылки;
- тормозные щитки;
- элероны, интерцепторы.

Отработка гидравлических систем на функционирование производится в следующей последовательности:

- зарядка и дозарядка газовых полостей гидроаккумуляторов;
- зарядка и дозарядка системы рабочей жидкостью;
- проверка герметичности;
- отработка по циклограмме;
- проверка чистоты системы.

Бак изделия заправляется с помощью стенов, применяемых для заправки систем.

После заправки гидросистемы рабочей жидкостью удаляется воздух из агрегатов, подключенных после промывки и проверки герметичности, путем прокачки гидросистемы от работающих наземных насосов и срабатываний агрегатов системы.

Перед началом отработки гидросистемы или ее участков на функционирование подсоединяются рулевые машинки, автоматы управления, гидроусилители и гидробаки. Заменяются штатные фильтры на технологические; соединяются агрегаты, не участвующие в отработке (согласно требованиям техдокументации).

После подготовки всей гидросистемы и ее участков отработка производится в следующей последовательности:

- проверить готовность стенда к испытанию системы (заправка, электропитание и т.п.);
- включить световую сигнализацию "ВНИМАНИЕ! Идет испытание гидросистемы";
- переключить стенд на заданный режим работы;
- включить стенд и проверить правильность работы по заданным режимам;

- создать в гидросистеме рабочее давление, испытать и отрегулировать систему (или отдельные участки) при определенном количестве срабатываний агрегатов согласно ТУ;
- заполнить таблицу, разработанную ОКБ разработчика или СКО серийного завода на проверяемые параметры гидросистемы по ее участкам, с указанием в ней фактических данных и по ТУ. При отработке системы необходимо следить за ее герметичностью. Течи устраняются после сброса давления до нуля подтягиванием накидных гаек или заменой трубок.

После операций отработки на функционирование проводится контроль чистоты гидросистемы (ее участков) в два этапа:

- предварительный экспресс-контроль;
- окончательный контроль.

Отбор проб для контроля чистоты гидросистемы (ее участков), а также рабочей жидкости осуществляется в следующих точках:

- в линии слива из гидросистемы перед фильтром тонкой очистки отработанного стеида.

Дополнительные места отбора пробы оговариваются и согласовываются с ОКБ разработчика гидросистемы или серийным конструкторским отделом (СКО) завода, в соответствии с методическими указаниями по назначению и определению классов чистоты МУ-48-79.

Гидросистема считается чистой на предварительном этапе контроля, если на фильтровом элементе (сетка с размером ячейки – 40 мкм) контрольно-оптического фильтра не обнаружены при 10-кратном увеличении частицы загрязнений.

Гидросистема считается чистой на этапе окончательного контроля, если гранулометрический состав загрязнений в пробе соответствует 6-му классу чистоты по ГОСТу 17216-71 и такому же классу чистоты по соответствующему ОСТу.

После проверки на функционирование технологические фильтры снимаются и устанавливаются штатные, восстанавливается монтаж и дополнительно производится монтаж труб к гидронасосам в отсеке двигателей.

14.8. Проверка и отработка работоспособности электрорадионавигационных систем в наземных условиях

Исходя из необходимости обеспечения при эксплуатации надежности и безотказности работы электрорадионавигационного (ЭРАНО) и пневмогидро-топливного (ПНТО) оборудования в наземных условиях выполняется проверка работоспособности систем ЭРАНО и ПНТО включением их под ток после окончания монтажа всего оборудования, прозвонки всей бортовой электросети,

измерения сопротивления изоляции проводов и переходных сопротивлений металлизации.

Проверка работоспособности систем выполняется от источников электропитания постоянного тока напряжением 27В, переменного трехфазного тока напряжением 115/200В, частотой 400Гц, с соблюдением требований техники безопасности и противопожарной безопасности.

Проверка работоспособности систем оборудования начинается с включения систем электроснабжения постоянного и переменного тока.

Энергетика постоянного и переменного тока самолета обеспечивает электропитание потребителей, основное и аварийное.

Основное электропитание тока напряжением 27В обеспечивается выпрямительными устройствами ВУ-ЗБК при нормальном режиме работы оборудования самолета.

Аварийное электропитание постоянного тока обеспечивается аккумуляторами 20ПКБП-23УЗ, при выходе их из строя – генераторами трехфазного переменного тока или силовыми установками.

Энергетика переменного тока обеспечивает:

- основное электропитание потребителей трехфазным током напряжением 115/200В, частотой 400 Гц от генераторов ГТ-40П48, приводимых бортовыми силовыми установками ТВ7-117С;
- аварийное электропитание трехфазным переменным током напряжением 115/200В, 400Гц от генератора ГТ 16П48Е, приводимого воздушной силовой установкой (ВСУ) типа ВД-100;
- аварийное электропитание однофазным переменным током напряжением 115В от преобразователя ИОС-1000В.

Проверка работоспособности системы электроснабжения выполняется измерением напряжений электрического питания, изменений токов нагрузки при включении потребителей, включением коммуникации резервирования питания потребителей левого и правого бортов по постоянному и переменному току, включением коммуникации основного и аварийного питания потребителей левого и правого бортов по постоянному и переменному току.

Наземная проверка работоспособности систем, в условиях цеха сборки, выполняется от преобразователя трехфазного переменного тока АПЧС-63-У К, а в условиях лётно-испытательной станции (ЛИС) – от генератора вспомогательной силовой установки (ВСУ) или от агрегата АПА-50М, или от преобразователя АПЧС-63-У1.

Состояние системы электроснабжения наглядно отображается индикаторами комплексной системы электрической индикации и сигнализации КС ЭИС-85 МВЛ и посредством светового табло системы аварийной предупреждающей и уведомляющей сигнализации САС-7-2.

Самолет Ил-114 оборудован цифровым пилотажно-навигационным комплексом (ЦПНК-114). Основой ЦПНК-114 является цифровая вычислительная машина ЦВМ 80-400.

В алгоритме бортовой ЦВМ 80-400 заложены решения задач по автоматическому вождению самолета в любых метеоусловиях, особенности условий полета, управление самолетными системами, контроль работоспособности систем и индикация.

Для решения задач ЦВМ 80-400 получает информацию об условиях полета и состоянии систем самолета в реальном масштабе времени от датчиков.

Датчиками об условиях полета являются подсистемы ЦПНК-114:

- МНРЛ-9 – бортовой радиолокатор. Он предназначен для обзора передней полусферы по курсу, определения метеорологических условий, т.е. определение грозовых фронтов.
- ДиСС МВЛ – доплеровский измеритель скорости и угла сноса;
- АРК-25 – радиокompас для курса самолета по назначенным радиомаякам и радиостанциям;
- РСНБ-85 – радиосредство ближней навигации. Используется для вождения самолетов по маякам в зонах аэродромов взлета и посадки;
- РСДН – средство дальней навигации. Предназначено для вождения самолетов по радиомаякам;
- СВС-85 – система воздушных сигналов. Даст информацию об истинной и относительной воздушной скорости и высоте.
- ДМЕП-85 , VOR-85 – аппаратура, предназначенная для вождения самолетов в международных системах;
- СО-72МЦ – система самолетного ответчика. Предназначена для работы с диспетчерскими пунктами аэропортов, дает информацию о наличии топлива, высоты, принадлежность самолета.

Перечисленная выше аппаратура свою информацию передает от пилотажно-навигационных датчиков, комплексно решает задачу по автоматическому вождению самолета, выдаст информацию о состоянии и работоспособности аппаратуры всех самолетных систем на КС ЭИС -85 МВЛ.

Комплексная система электрической индикации и сигнализации (КС ЭИС-85 МВЛ) предназначена для отображения:

- информации о состоянии самолетных систем и сигнальной информации об их отказе (КС ЭИС-С);
- пилотажно-навигационной информации (КС ЭИС-ПН).

В состав КС ЭИС входит пять индикаторов многофункциональных (ИМ), два пульта управления индикацией (ПУИ), три блока вычисления и формирования (БВФ) и два блока системы преобразования аналоговой и дискретной информации (СПАДИ).

Информация на экранах ИМ распределяется на:

- ИМ1 и ИМ5 – индуцируется пилотажная информация;
- ИМ2 и ИМ4 – навигационная информация;
- ИМ3 – основные параметры двигателей и сигнальная информация.

Обработка электрооборудования от наземных источников питания. В сборочном цехе обработка электрооборудования выполняется с применением КПА и приспособлений, имитирующих работу отдельных готовых изделий, функционально связанных с системами.

В летно-испытательном цехе обработка электрооборудования выполняется от наземных источников питания и от бортовых генераторов, приводимых силовыми установками, методом встроенного контроля.

Установленные на самолете Ил-114 системы, обеспечивающие точность выполнения программ полета, требуют квалифицированной проверки, заключающейся в настройке и регулировке отдельных ее блоков. Проверка выполняется специальными контрольно-испытательными станциями (КИС-97) в сборочном и летно-испытательных цехах.

При отработке системы электрооборудования проверяются следующие системы:

- электроснабжение постоянного и переменного тока;
- освещение кабины летчиков, приборов кабины летчиков, аварийных выходов, технических отсеков, аварийное и дежурное, вестибюля и туалета, пассажирского салона;
- сигнализация внешняя, внутренняя, сигнализация пассажирам, вызов бортпроводника;
- бытовое оборудование: вентиляторы, насосы смыва туалета, подогреватель воды, обогрев бытовых панелей, розетки пылесоса и электро-бритвы;
- гидравлика: источник давления гидросистемы, контроль гидросистемы, торможение колесных опор;
- шасси: управление сигнализацией шасси, управление поворотом передней опоры, контроль температуры и обдув колес;
- управление полетом самолета: управление закрылками, тормозными щитками, рулем высоты, рулем направления, элеронами, стопорением рулей;
- регулирование педалей и кресел;
- противопожарная система: сигнализация и тушение пожаров в мотогондолах, сигнализация и тушение пожара ВСУ и контроль системы, сигнализация дыма в багажно-грузовых отсеках;
- топливная: насосы подкачки топлива, топливомеры, топливные краны;
- двигатели: контроль двигателей, контроль вибрации двигателей, управление двигателями и воздушными винтами;
- ВСУ: контроль ВСУ;

- противообледенительная система (ПОС): ПОС хвостового оперения, СУПОС, электрообогрев остекления кабины летчиков, ПОС крыла, ПОС двигателей, винтов и коков;
- СКВ – система кондиционирования воздуха: СКВ1, СКВ2, система воздушного охлаждения радиоэлектронного оборудования, кольцевание, рециркуляция обогревов, регулирование давления воздуха в кабине;
- система аварийной, предупреждающей сигнализации САС-7-2;
- КСЭИС-85МВЛ – комплексная система электрической индикации и сигнализации;
- ХАУ-85М – хронометр;
- речевой вещатель «Алмаз-48»;
- аварийные средства покидания;
- кислородная система;
- двери и люки;
- педалей и кресел;
- МСРП-А-02 – многоканальная система регистрации параметров полета.

Отработка электроснабжения постоянного и переменного тока. Первоначальная отработка электрооборудования (ЭО) на борту самолета в сборочном цехе выполняется подачей электропитания постоянного тока напряжением 27В от наземного источника постоянного тока посредством приспособлений, имитирующих аккумуляторы.

Проверка электрической схемы постоянного тока состоит из подачи питания на аварийные шины левого и правого бортов от имитаторов аккумуляторов в сборочном цехе с последующей проверкой по вольтметру постоянного тока на 27В наличия напряжения на шинах центральных распределительных устройств.

Проверка электрической схемы постоянного тока от наземного источника трехфазного переменного тока заключается во включении выпрямительных устройств ВУ-ЗБК и подачи на распределительные устройства постоянного (выпрямительного) тока через коммуникационные устройства с учетом резервирования питания от основных и аварийных шин.

Проверка системы электроснабжения переменного трехфазного тока в сборочном цехе выполняется с применением контрольно-проверочной аппаратуры (КПА) и приспособлений, имитирующих бортовые генераторы переменного трехфазного тока, блоки автоматики и аккумуляторы.

Информация о работе системы электроснабжения постоянного и переменного тока выводится на индикаторы системы КС ЭИС и на табло сигнализации системы САС.

Отработка электрической схемы контроля гидравлики. При отработке электрической схемы контроля гидросистемы в сборочном цехе применяют

имитаторы фильтра линии нагнетания, имитатор датчика температуры гидравлической жидкости, приспособления для измерения давления в гидроаккумуляторе, на которые имеются специальные чертежи завода.

При отработке электрической схемы первого и второго каналов источников давления гидросистемы проверяют правильность подвода электронитания к насосам и станциям обоих каналов посредством фазового указателя ИБ17-М.

Информация о давлении, температуре, уровне гидрожидкости индуцируется в системе КС ЭИС, регистрируется системой МСРП, сигнализируется на табло системы САС, извещается системой «Алмаз».

Отработка электрической схемы управления самолетом. При отработке электрической схемы управления закрылками от 1-го и 2-го каналов гидросистемы в сборочном цехе применяется имитатор рулевого привода, а для проверки и настройки системы электрического торможения закрылков используется пульт ППСУЗ-2 сер.

При проверке электрической схемы управления тормозными щитками в сборочном цехе применяется имитация режимов полета и наземной отработки с помощью приспособлений – технологический магнит, технологическая шторка.

Проверка отключения запорного крана при уборке тормозных щитков выполняется с имитатором крана.

Проверка электрической схемы аварийного отсоединения проверочной высоты и элеронов в сборочном цехе выполняется с применением специальных торцов, на которые имеются чертежи.

Отработка электрической схемы сигнализации пожаротушения. Проверка электрической схемы сигнализации и тушения пожара в мотогондолах и ВСУ сигнализацией дыма в багажно-грузовых отсеках выполняется регулировкой и настройкой системы с помощью пульта (имеется соответствующий чертеж), имитаторами пиропатронов, баллонов пожаротушения, имитацией дыма.

14.9. Испытание фюзеляжа на герметичность воздухом и дождеванием

Испытание фюзеляжа на герметичность воздухом. Испытания фюзеляжа на герметичность проводятся параллельно с опрессовкой кабин по инструкции ОКБ и предназначены для проверки:

- герметичности кабин;
- прочности гермокабин;
- прочности монтажей, влияющих на герметичность. Испытания проводятся в несколько этапов. При окончательной сборке выполняются этапы №3 (в сборочном цехе) и №4 (ЛИТК)

Испытания по этапу №3 заключаются в:

- создании в гермокабинах избыточного давления 0.3 кгс/см^2 ;
- снижении избыточного давления до 0.2 кгс/см^2 и осмотре мест утечек на фюзеляже;
- определении времени падения избыточного давления в гермокабинах с 0.2 до 0.1 кгс/см^2 ;
- создании избыточного давления в гермокабинах 0.58 кгс/см^2 и выдержке его в течение 5 мин;
- снижении давления до 0.45 кгс/см^2 ;
- определении времени падения давления с 0.45 до 0.1 кгс/см^2 .

Испытания по четвертому этапу заключаются в:

- создании в гермокабинах избыточного давления с 0.45 кгс/см^2 и выдержке его в течение 5 мин;
- определении времени падения давления с 0.45 до 0.1 кгс/см^2 .

При испытаниях необходимо учитывать следующее:

- перед испытанием кабины очистить от пыли, грязи, стружки, посторонних предметов и незакрепленных деталей;
- подаваемый воздух должен быть очищен от воды, масла, механических частиц и взрывоопасных примесей;
- перед началом испытаний убедиться, что профили герметизации дверей, аварийных люков и запасных выходов не имеют механических повреждений;
- перед испытанием все приборы и агрегаты, для которых в наземных условиях не допускается избыточное давление, должны быть сняты;
- при испытаниях в ночное время машина должна быть освещена;
- при всех испытаниях использовать бароспидограф, в паспорт испытаний заносить данные последнего контрольного замера;
- испытания на герметичность и опрессовку производить по распоряжению начальника соответствующего цеха с назначением ответственного за испытания лица, и последующим закрытием «Справки готовности»;
- испытания проводить специально оборудованными для испытания стендами;
- места утечек определяются на слух, осязанием или по разрыву мыльной пленки предварительно нанесенного мыльного раствора.

Перед началом испытания необходимо:

- обесчлчить и заземлить машину;
- заглушить тех. заглушками дренажные отверстия;
- выполнить предварительные работы согласно Перечню;
- проверить закрытие всех дверей и люков;
- установить страховочные предохранительные пояса на двери и люки и предохранительные сетки на гермокабины;

- установить машину на шасси;
- установить тормозные башмаки;
- подкатить стенд к машине и подключить его;
- подключить бароспидиограф стенда;
- установить ограждения вокруг машины

Порядок испытаний:

- установить переключатель рабочего давления в положение 0.3 кгс/см^2 ;
- включить тумблер давления стенда и, заполняя фюзеляж воздухом, довести давление до 0.3 кгс/см^2 , контролируя по манометрам стенда;
- дать выдержку в течение 5 мин;
- включить тумблер открытия и снизить давление до 0.2 кгс/см^2 ;
- произвести осмотр фюзеляжа, места утечек отметить мелом;
- включить тумблер давления и замерить время падения давления с 0.2 до 0.1 кгс/см^2 ;
- полностью стравить давление, открыв кран стенда;
- устранить течь;
- установить переключатель давления в положение 0.58 кгс/см^2 ;
- поднять давление в кабине до 0.58 кгс/см^2 ;
- дать выдержку в течение 5 мин;
- включить тумблер открытия и снизить давление до 0.45 кгс/см^2 ;
- включить тумблер и замерить время падения давления с 0.45 до 0.1 кгс/см^2 ;
- открыть кран стенда и полностью стравить давление;
- приложить барограмму испытаний в паспорт.

Испытания фюзеляжа на герметичность дождеванием (испытанием на водонепроницаемость). Испытание на герметичность дождеванием предназначено для определения качества герметизации фюзеляжа на водонепроницаемость, а также для определения эффективности дренажа и отвода воды.

Испытания в два этапа. Второй этап проводится в сборочном цехе на специально оборудованной площадке после испытаний на герметичность воздухом.

Перед началом испытания необходимо:

- все воздухозаборники закрыть технологическими заглушками;
- закрыть все двери, люки, форточки и лючки;
- обесточить машину;
- все агрегаты электрооборудования закрыть технологическими чехлами от возможного попадания воды.

В процессе испытания:

- произвести полив дверей, люков, остекления фонаря и пассажирской кабины, стыков обшивок, зализа крыла с фюзеляжем, отсеков крепления оперения и ВСУ;

- полив каждой зоны производить в течение 15 мин;
- расход воды должен быть не менее 8 л/мин на 1 м² площади полива;
- при поливе указанных мест установить наблюдения за местами полива изнутри фюзеляжа с целью немедленного прекращения полива в случае появления течи;
- гермокабину фюзеляжа считать водонепроницаемой, если на внутренних поверхностях проверяемых мест отсутствует вода в виде капель и подтеков;
- вода, попадающая в негерметичные части отсека, должна вытекать через дренажные отверстия;
- дренаж считать эффективным, если на изделии обнаруживается наличие воды только в виде следов влаги, после прекращения течи из дренажных отверстий;
- обнаруженные дефекты устранить, зоны устраненных дефектов повторно проверить на водонепроницаемость.

14.10. Периодические, типовые и другие испытания изделий, агрегатов и сборок

Периодические, типовые и другие испытания агрегатов, сборок производятся в соответствии с требованиями ГОСТа 15307-77, технических условий на изготовление и приемку самолета Ил-114, технических условий на изготовление и приемку агрегатов, программ и методик испытаний и др. нормативно-технической документации (НТД). Стандартом и др. НТД установлены:

- основные категории испытаний;
- цели проведения испытаний;
- порядок предъявления изделий на испытания (приемку);
- порядок проведения испытаний и принятие решений о приемке изделий по результатам испытаний.

Основные категории испытаний. Для контроля качества и приемки изделия установлены следующие основные категории контрольных испытаний, оговоренные в НТД:

- приемо-сдаточные испытания (ПСИ);
- периодические испытания (ПИ);
- типовые испытания (ТИ).

Каждая категория контрольных испытаний по составу может включать в себя несколько видов испытаний (электрические, механические, климатические, на надежность и др.).

Виды испытаний и контроля, последовательность их проведения, контролируемые параметры и нормы на них установлены в НТД (ТУ).

Результаты испытаний считаются положительными, а изделие – выдержавшим испытания, если изделие испытано в полном объеме и последовательности, которые установлены в ТУ на изделие для проводимой категории испытаний и соответствует всем требованиям указанных ТУ, проверяемым при этих испытаниях.

Результаты считаются отрицательными, а изделие не выдержавшим испытание, если по результатам испытания будет обнаружено несоответствие изделия хотя бы одному требованию, установленному в ТУ на изделие для проводимой категории испытаний.

Цель проведения испытаний. ПСИ проводится с целью контроля изделия на соответствие требованиям ТУ на изделие, установленным для приемосдаточных испытаний. Требованиями устанавливаются следующие основные проверки:

- соответствие изделия чертежу;
- внешний вид;
- клеймение;
- весовые характеристики;
- работоспособность (при необходимости);
- электрические параметры (при необходимости) и другие виды проверок для конкретного изделия.

ПСИ проводит БТК (бюро технического контроля) цеха-изготовителя для каждого изготовленного изделия или для партии изделий.

Периодические испытания (ПИ) проводятся с целью:

- периодического контроля качества изделия;
- контроля стабильного технологического процесса в период между предшествующими и очередными испытаниями;
- подтверждения возможности продолжения изготовления изделий по действующей НТД и их приемка.

Требованиями НТД устанавливаются следующие виды испытаний:

- в объеме ПСИ;
- электрические;
- механические;
- климатические;
- на надежность и долговечность;
- ресурсные и др. виды испытаний, установленные на конкретное изделие.

ПИ проводятся в специальном подразделении, оборудованном специальным испытательным оборудованием, стендами, оснасткой, средствами измерения. Испытания проводятся по годовым планам – графикам, где устанавливаются сроки начала и окончания испытаний.

Типовые испытания проводятся в объеме ПИ для контроля эффективности введенных конструктивных изменений в изделие.

14.11. Наземные испытания самолета на летно-испытательном техническом комплексе

Наземные испытания на летно-испытательной станции (ЛИС) проводятся с целью подготовки самолета к летным испытаниям.

При наземных испытаниях проводятся повторные испытания систем и оборудования, которые по специфическим и технологическим причинам проводится только на ЛИС.

По первому этапу проводится отработка:

- энергетики постоянного и переменного тока;
- электрооборудования системы управления самолетом и механизации крыла;
- светотехнического оборудования самолета;
- электрооборудования гидравлической системы и шасси;
- электрооборудования двигателей;
- радиосвязного, радиолокационного и радионавигационного оборудования;
- ЦПНК-114;
- систем управления самолетом и двигателями, гидросистемы и шасси;
- воздушных систем и других.

Дополнительно к этому на ЛИС выполняются следующие работы:

- взвешивание самолета;
- зарядка электрических аккумуляторов;
- зарядка и проверка кислородной системы;
- установка аварийно-спасательного оборудования;
- зарядка и проверка противопожарной системы;
- испытание топливной системы;
- отработка двигателей;
- списание дозации;
- отработка МСРП-А-02.

Взвешивание самолета. Взвешивание самолета с определением центра тяжести производится с целью подтверждения веса самолета и вычисленного расчетным путем центра тяжести по техническим условиям на самолет.

Взвешивание самолета производится на специальных платформенных весах, имеющих три платформы:

- под переднюю опору;
- под левую основную опору;

- под правую основную опору.

Все питательное оборудование должно находиться на самолете, а оборудование, относящее к снаряжению, должно быть снято перед взвешиванием, согласно утвержденному Перечню. На готовность к взвешиванию оформляется акт готовности.

Для взвешивания самолет закатывается на платформы весов. Затем производится снятие показания веса с каждой платформы весов, и данные заносятся в протокол взвешивания. Далее на колеса передней, правой и левой стойки устанавливаются специальные приспособления для нивелировки, самолет нивелируется по специальной схеме и данные заносятся в протокол. По окончании нивелировки производится повторное снятие показаний веса с каждой платформы, а данные заносятся в протокол.

После заполнения указанных данных с помощью специальных формул производится расчет центровки и массы самолета, которые отражаются в протоколе.

Зарядка и проверка кислородной и противопожарной систем. Зарядка вышеуказанных систем производится от кислородозаправщика АКЗС-75 (для кислородной системы) и от специального стенда (для противопожарной системы). Затем системы выдерживаются под давлением определенное время и по падению давления в системах (по рабочим манометрам) определяется их герметичность.

Далее следует проверка их работоспособности, т.е. выдача кислорода из системы, проверка работы кислородных масок, огнегасящего состава и т.д.

На последнем этапе производится зарядка переносных кислородных и пожарных баллонов, их установка и проверка работоспособности.

Установка аварийно-спасательного оборудования. Для исключения аварийных ситуаций на самолет устанавливается следующее оборудование:

- аварийный топор;
- аварийные канаты;
- противодымовые шторы;
- дымозащитные маски с дымозащитными очками.

После установки проводится проверка их работоспособности.

Кроме того, на период испытательных полетов устанавливается и проверяется следующее оборудование:

- специальные кресла экипажа с чашками под парашюты;
- аварийная дверь;
- трос для зацепки фал;
- чехлы для переносных кислородных баллонов;
- пандус;
- леера.

Испытание топливной системы. Испытание топливной системы состоит из двух этапов: промывки топливной системы и отработки топливной системы.

Промывка топливной системы. Промывка производится после окончания сборки промытых баковых отсеков, трубопроводов и проверки системы на герметичность перед отработкой системы на функционирование.

Чистота внутренних полостей топливной системы выбирается в соответствии с ГОСТом 17216-71 «Классы чистоты жидкостей» и ОСТом 1.00160-75 «Системы топливные, масляные и гидравлические летательных аппаратов. Классы чистоты жидкостей», а чистота внутренних полостей оборудования и оснастки для промывки согласно соответствующего ОСТа.

Для промывки топливной системы применяют рабочую жидкость (топливо Т-1 или ТС-1, ГОСТ 10227-62) в состоянии поставки с антистатической присадкой.

Топливная система промывается для очистки от механических загрязнений и для удаления продуктов износа трущихся деталей агрегатов и прочих загрязнений.

Промывка топливной системы включает в себя следующие операции:

- подготовку к промывке;
- промывку участков системы и всей системы;
- контроль качества промывки.

Перед промывкой топливной системы необходимо:

- снять фильтры заливных горловин и вместо них установить специальные приспособления;
- снять монтажные люки и вместо них установить специальные приспособления;
- установить около изделия стенд промывки топливной системы и подсоединить к приспособлениям, установленным на промываемой топливной системе;
- установить около стенда промывки топливозаправщик и подсоединить его к стенду;
- установить вокруг рабочего места ограждения и вывесить табло «ВНИМАНИЕ! Идет промывка»;
- установить около ограждения пожарную машину.

Промывка производится циркуляцией топлива по системе при следующих режимах:

- давление моющей жидкости до 2 кгс/см^2 ;
- температура моющей жидкости – $20-30^\circ\text{C}$;
- время промывки зависит от времени достижения необходимой чистоты и не должно превышать 120 мин.

Промывка топливной системы выполняется в следующей последовательности:

- проверить правильность установки и подсоединения технологической арматуры;
- включить сигнал «ВНИМАНИЕ! Идет промывка»;
- включить насосы стенда и вести промывку, периодически контролируя чистоту по оптическому фильтру;
- при достижении необходимой чистоты взять анализы рабочей жидкости и произвести окончательный контроль чистоты;
- включить насосы стенда;
- произвести продувку топливной системы самолета и систем стенда азотом;
- отключить стенд от самолета;
- заменить технологическую арматуру на летную;
- сделать отметку в техпаспорте о промывке топливной системы.

Для промывки внутренних полостей топливной системы применяется специализированный передвижной стенд, обеспечивающий заданные режимы промывки.

Контроль качества промывки является одной из важнейших операций в технологическом процессе промывки и осуществляется в два этапа: предварительный контроль и окончательный.

Предварительный контроль осуществляется с помощью визуального оптического экспресс-метода определения наличия частиц на фильтроэлементе контрольного оптического фильтра, просматриваемом при 10-кратном увеличении.

Результаты предварительного контроля чистоты считаются положительными, если на фильтроэлементе контрольного фильтра отсутствуют частицы, видимые при 10-кратном увеличении.

Топливная система на этапе окончательного контроля считается чистой, если чистота топлива на выходе из системы не грубее 9-го класса по ГОСТу 17216-71.

Отработка топливной системы. Смонтированные, проверенные на герметичность и промытые топливные системы подвергаются отработке на функционирование. Режимы отработки, число и последовательность срабатываний, а также другие параметры назначаются согласно техническим условиям, чертежам и конструкциям ОКБ.

В качестве рабочей жидкости используется топливо Т-1 или ТС-1, в состоянии поставки с антистатической присадкой. Отработка производится от специального стенда, обеспечивающего заданные параметры отработки и подключенного к топливозаправщику. Перед отработкой проверить чистоту рабочей жидкости.

Отработка топливной системы производится в следующей последовательности:

- подключить стенд к топливозаправщику и самолету;
- выключить световую сигнализацию «ВНИМАНИЕ! Идет обработка топливной системы»;
- включить стенд и, последовательно переключая режимы, проверить правильность параметров топливной системы, работу клапанов заправки, последовательность заполнения баков, срабатывание сигнализации и т.д., указанных в технических условиях на нее;
- в процессе обработки постоянно контролировать герметичность топливной системы;
- взять пробу для определения чистоты системы;
- включить стенд и отсоединить его от топливозаправщика и самолета;
- сделать отметку в техпаспорте о проведении обработки топливной системы.

Обработка двигателей. Обработка маршевых двигателей и вспомогательной силовой установки производится с целью проверки работоспособности двигателей, а также их соответствия техническим условиям при различных режимах работы.

Наземная обработка двигателей осуществляется в следующей последовательности:

- производится заправка маслом маслосистемы двигателей;
- проверяется герметичность маслосистемы;
- производится внутренняя расконсервация двигателей;
- производится осмотр фильтров масло- и топливной системы двигателей после расконсервации, а также двигателей и винтов в целом;
- производится гонка двигателей на различных режимах;
- производится осмотр фильтров масло- и топливной систем, а также двигателей и воздушных винтов;
- берется анализ рабочей жидкостей из масло- и топливной систем двигателей на соответствие ГОСТу 17216-71;
- проверяются люфты по узлам крепления двигателей;
- проверяется совместная работа двигателей и смежных систем (топливных, воздушных, электроэнергетических и т.д.).

Списание девиаций. С целью исключения влияния электромагнитного поля, создаваемого бортовыми системами и оборудованием на истинные показания пилотажно-навигационных приборов (магнитный компас КИ-13, радиокомпас АРК-25, СБКВ – система бортовой бесплатформенной гидровертикали), производится списание девиации. Данные приборы определяют положение самолета в пространстве и истинный курс, при этом ось самолета должна совпадать с нулевым меридианом Земли.

Списание девиации проводится на девиационном кругу, где отсутствуют промышленные помехи. При списании девиации самолет выставляется на маг-

нитный курс $0-2^{\circ}$. Замеряется истинное значение магнитного курса с помощью теодолита или пеленгатора.

Самолет разворачивается на $45^{\circ} \pm 2^{\circ}$ за время строго не более 1 мин, значение курса показывается на индикаторах. Через 20 с происходит «обнуление».

Поворот самолета осуществляется через каждые 45° (90° ; 135° ; 180° ; 225° ; 270° ; 315° ; 360°).

Абсолютная величина разности между показаниями на индикаторах (истинный курс) и показаниями внешних средств (теодолита или пеленгатора) не должна превышать 1° .

Отработка системы МСРП-А-02. Многоканальная система регистрации параметров МСРП-А-02 производит программный прием, обработку, регистрацию и документирование информации после ее проверки в летно-испытательном цехе с помощью устройства выборки, отображение и преобразование УВОП-1, сер.2 (проведение тарировки датчиков производится в сборочном цехе с помощью приспособления).

Результаты проверок записываются на накопители З БН, КБН и в блок печати БПП-2.

Для выполнения расшифровки параметров, записанных на накопители ЗБН, КБН, используется контрольно-проверочная аппаратура (КПА):

- устройство УВОП-2, сер.2;
- устройство УЗППЗУ;
- устройство воспроизведения записи УВЗ-5М;
- устройство воспроизведения информации УВС-3М;
- устройство ЛУЧ-84.

По результатам расшифровки оформляется Протокол и дается заключение о готовности системы МСРП к летным испытаниям.

После проведения летных испытаний расшифровываются данные записей накопителей, оформляется Протокол и дается заключение о функционировании всех каналов МСРП.

14.12. Летные испытания самолета

Летные испытания предназначены для одновременной проверки действия всех систем и бортового оборудования в условиях эксплуатации и поведения самолета в воздухе. Испытания проводятся на каждом самолете, предварительно прошедшем весь цикл наземных испытаний, по документам ОКБ (регламент по летной эксплуатации, инструкций и т.п.).

Летные испытания самолета Ил-114 проводятся в четырех предъявительских полетах и двух приемо-сдаточных полетах. Предъявительские полеты выполняет экипаж завода, приемо-сдаточные полеты выполняет экипаж представителей заказчика (независимой инспекции).

Характеристика и назначение каждого из вышеуказанных полетов:

Первый предъявительский полет. Основное назначение – качественная оценка устойчивости и управляемости, проверка общего поведения самолета; работы двигателей, систем и оборудования.

Проверка:

- работа силовых установок, высотного оборудования и гидросистемы;
- устойчивость и управляемость самолета;
- работа систем управления самолетом;
- работа взлетно-посадочных устройств;
- работа ЦПНК-114;
- работа радиосвязного оборудования и речевой информации;
- работа электрооборудования;
- работа системы сбора полетной информации.

Второй предъявительский полет. Основное назначение – качественная оценка устойчивости и управляемости самолета, взлетно-посадочных качеств; проверка работы силовых установок, управления самолетом; проверка радиосвязного оборудования и системы самолета.

Проверяются:

- работа силовых установок и гидросистемы;
- устойчивость и управляемость самолета;
- работа системы управления самолетом;
- взлетно-посадочные кресла;
- работа закрылков и шасси;
- работа противообледенительной системы;
- работа высотного оборудования;
- работа электрооборудования;
- работа радиосвязного и радиолокационного оборудования;
- работа пилотажно-навигационного оборудования;
- работа системы сбора полетной информации;
- работа приборов резервного контура управления;
- работа системы речевой информации.

Третий предъявительский полет. Основное назначение – качественная оценка устойчивости и управляемости самолета; проверка работы силовых установок, управления самолетом, систем и оборудования.

Проверяются:

- работа маршевых двигателей и вспомогательной силовой установки;
- устойчивость и управляемость самолета;
- взлетно-посадочные качества и работа системы управления самолетом;
- работа шасси и закрылков;
- работа высотного оборудования;

- работа кислородного оборудования;
- работа ЦПНК.

Четвертый предъявительский полет. Основное назначение – проверка ЦПНК в маршрутном полете.

Проверяется работа основных элементов и систем пилотажно-навигационного комплекса в полете и соответствие их техническим условиям.

Первый приёмно-сдаточный полет. Основное назначение и проверки аналогичны второму предъявительскому полету.

Второй приёмно-сдаточный полёт. Основное назначение и проверки аналогичны четвертому предъявительскому полёту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология самолетостроения / А.Л. Абибов, В.П. Григорьев [и др.]. М.: Машиностроение, 1970.
2. Аверин С. Военная стандартизация в современных условиях // Стандарты и качество. – 2000. – № 3. – С. 22.
3. Автоматизация процессов подготовки авиационного производства на базе ЭВМ и оборудования с ЧПУ/ В.А. Вайсбург, Б.А. Медведев, А.Н. Бакумский. М.: Машиностроение, 1985. 216 с.
4. Автоматизированное проектирование // Журнал для корпоративных пользователей " www. README. RU". – 2000. – № 3. – С. 48.
5. Концепция формирования и развития CALS-технологий в промышленности России (редакция от 23.11.97) / С.Г. Арютунов, В.В. Барабанов [и др.] // Проблемы продвижения продукции и технологий на внешний рынок. Спец. выпуск. 1997.
6. Бабушкин А.И. Моделирование и оптимизация сборки летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1990. 240 с.
7. Белянин П.Н. Производство широкофюзеляжных самолетов. М.: Машиностроение, 1979. 360 с.
8. Васильев Ю.П. Управление развитием производства (Опыт США). М.: Экономика, 1989. 239 с.
9. Ганиханов Ш.Ф., Боборыкин Ю.А., Шамсиев З.З. Моделирование и разработка технологических процессов сборки самолетов (на примере плоских каркасных узлов). Ташкент: Фан, 1982. 140 с.
10. Гиммельфарб А.Л. Основы конструирования в самолетостроении: учеб. пособие для высших авиационных учебных заведений / ред. А.В. Кожина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1980. 367 с.
11. Горбунов М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве самолетов: учеб. для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 224 с.
12. Горбунов М.П. Основы технологии производства самолетов. М.: Машиностроение, 1976.
13. Григорьев А.А. Организационные основы технической подготовки производства и ее нормативное обеспечение // Авиационная промышленность. – 1989. – № 3.
14. Григорьев А.А. Основы формирования цикла подготовки производства и нормативная база для его определения // Авиационная промышленность. – 1990. – № 6. – С. 81.
15. Григорьев В.П. Взаимозаменяемость агрегатов в самолетостроении. М.: Машиностроение, 1969. 258 с.
16. Григорьев В.П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов. М.: Машиностроение, 1975.

17. Давыдов А.Н., Дмитриев В.И., Андриенко А.В. Комплекс CALS-технологий для создания «Виртуальных предприятий» // Проблемы продвижения продукции и технологий на внешний рынок. Спец. выпуск. 1997.
18. Кузин Е.С. Концепция информационной технологии функционально-ориентированного проектирования прикладных программных систем // Информационные технологии. – 2000. – № 1. – С. 28-33.
19. Кучеров В.П. Совершенствование системы подготовки производства в самолетостроении. – Ташкент: Фан, 2004. 200 с.
20. Кучеров В.П. и др. Способ сборки крыла летательного аппарата. Патент Российского Агентства по патентам и товарным знакам, № 2137679 RU C1 6 B 64 F 5/00, 1999 и предварительный патент ГПВ ГКНТ РУз. N 4854B 6B 64 F5/00. 1997.
21. Кучеров В.П. Проблемы микробиологических загрязнений топливных кессонбаков самолетов ИЛ-76 // Конверсия в машиностроении. – 1998. – № 4. – С. 44-45.
22. Кучеров В.П. Опыт изготовления клесных конструкций на ГАО «ТАИОИЧ» // Конверсия в машиностроении. – 1998. – № 4. – С. 55-56.
23. Кучеров В.П. Контроль и регулирование сроков технологической подготовки серийного производства новых самолетов с помощью циклового графика // Проблемы информатики и энергетики. – 1999. – № 5-6. – С. 12-18.
24. Кучеров В.П. Метод формирования последовательности сборки конструкций планера самолета в автоматизированной системе технологической подготовки производства // Проблемы информатики и энергетики. – 2000. – № 6. – С. 10-14.
25. Кучеров В.П. Опыт разработки и внедрения интегрированной информационной системы управления ГАО «ТАИОИЧ» // Конверсия в машиностроении. – 2001. – № 2. – С. 80-83.
26. Кучеров В.П. К разработке методики совершенствования инфраструктуры парка станков производственных подразделений самолетостроительного предприятия // Конверсия в машиностроении. – 2001. – № 2. – С. 84-87.
27. Кучеров В.П. Разработка и внедрение прогрессивных технологий в сферу сборки крыла летательных аппаратов // Наука и технологии в промышленности. – 2001. – № 3. – С. 30-33.
28. Кучеров В.П. К формализации инфраструктуры парка технологического оборудования производственных подразделений самолетостроительного предприятия // Конверсия в машиностроении. – 2001. – № 4. – С. 87-90.
29. Кучеров В.П. К разработке структурно-логических моделей совершенствования инфраструктуры парка станков самолетостроительного предприятия // Конверсия в машиностроении. – 2001. – № 4. – С. 90-92.
30. Кучеров В.П., Шамсиев З.З., Мардиев П. Создание базы данных для автоматизированной оценки и выбора эффективных вариантов инвестиционных проектов при развитии системы технологической подготовки производства

- на самолетостроительном предприятии // Конверсия в машиностроении. – 2001. – № 5. – С. 100-104.
31. Кучеров В.П., Шамсиев З.З., Мардиев Н. Многокритериальная оценка вариантов использования инвестиционных ресурсов при освоении серийного производства новых образцов самолетов // Полет. – 2001. – № 3. – С.62-69.
32. Кучеров В.П., Шамсиев З.З. Разработка высокоэффективной системы технологической подготовки серийного производства самолетов на основе современных информационных технологий // Полет. – 2001. – № 12. – С.39-44.
33. Кучеров В.П. Автоматизированная система оценки инвестиционных проектов при освоении серийного производства новых самолетов // Проблемы информатики и энергетики. – 2001. – № 5-6. – С. 51-53.
34. Кучеров В.П. Использование достижений информационных технологий в производстве самолетов // Вопросы кибернетики. Ташкент. – 2002. – № 163. – С. 42-48.
35. Кучеров В.П. К систематизации и формализации работ в системе технологической подготовки производства летательных аппаратов // Вопросы кибернетики. Ташкент. – 2002. – № 163. – С. 48-54.
36. Кучеров В.П. Анализ и прогноз перспектив роста производства летательных аппаратов // Проблемы информатики и энергетики. – 2002. – № 4. – С. 45-50.
37. Лацков Г.А. Совершенные автоматизированные методы конструкторско-технологической подготовки производства в транспортном машиностроении. Л.: ЛДНТП, 1989. 28 с.
38. Логашев Б.Г. Технологические основы гибких автоматических производств. Л.: Машиностроение, 1985. 176 с.
39. Применение ЭВМ в технологической подготовке серийного производства / С.П. Митрофанов [и др.]. М.: Машиностроение, 1984. 287 с.
40. Технологическая подготовка гибких производственных систем / С.П. Митрофанов, Д.Д. Куликов, О.Н. Милев [и др.] ; под общей ред. С.П. Митрофанова. Л.: Машиностроение. Ленингр. отдел., 1987. 352 с.
41. Муминов Н.А., Исмаилов Б.М., Шамсиев З.З. Моделирование и управление ГПС. Ташкент: Фан, 1992. 196 с.
42. Мясников В.А., Игнатьев М.Б., Перовская Е.И. Модели планирования и управления производством. М.: Экономика, 1982. 232 с.
43. Напресенко В.Г., Пширков В.Ф., Костерев Н.Б. Синтез моделей взаимосвязи характеристик самолета и показателей научно-технического уровня разработки и производства // Авиационная промышленность. – 1989. – №5.
44. Новожилов Г.В. Пассажирский самолет Ил-114, грузовой самолет Ил-114 Т с двумя турбовинтовыми двигателями ТВ7-117С. Основные данные. Для авиакомпаний России. Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина. М., 1998. 44 с.

45. Новожилов Г. В. Наша стратегия // Конверсия в машиностроении. – 2000. – № 2. – С. 42-45.
46. Оптимизация технологических процессов механической обработки / Э.В. Рыжов, В.И. Аверченко ; отв. ред. А.П. Гавриш. Киев: Наукова думка, 1989. 192 с.
47. Погосян М.А. Современные методы проектирования авиационной техники // Полет. – 1999. – № 6. – С. 3-6.
48. Подлепа С., Рахманов А. Военная стандартизация на новом этапе развития вооруженных сил России // Стандарты и качество. – 2000. – № 3. – С. 24.
49. Сироткин О.С., Борисов Ю.Д., Кандыбин Э.Н. Методология оценки уровня, прогрессивности и эффективности технологических систем // Авиационная промышленность. – 1989. – № 3.
50. Система автоматизированного проектирования. В 9-ти кн. Кн. 9. Иллюстрированный словарь: учеб. пособие для вузов / Д.М. Жук, П.К. Кузмик, В.П. Манычев [и др.] : под ред. И.П. Норенкова. М.: Высшая школа, 1986. 159 с.
51. Скорик С.А. Повышение и оценка эффективности информационной подготовки производства // Авиационная промышленность. – 1988. – № 3. – С. 78.
52. Скорик С.А. Совершенствование информационной подготовки производства изделий // Авиационная промышленность. – 1985. – № 6. – С. 86.
53. Скорик С.А. Структура и механизм генерации цифровой модели дискретного технологического процесса // Авиационная промышленность. – 1987. – № 11. – С. 50.
54. Основы эксплуатации систем автоматизированного проектирования технологических процессов узловой сборки / С.А. Скорик, А.С. Макавецкене, Г.Л. Подпругина, Г.Л. Майорова // Авиационная промышленность. – 1984. – № 4. – С. 43.
55. Техничко-экономическая модель приведенных затрат технологических процессов узловой сборки / С.А. Скорик, Т.Т. Орлова, М.С. Ильина, А.Е. Белонжко // Авиационная промышленность. – 1987. – № 9. – С. 89.
56. Смахов А.А. Логистика и транспорт // Автоматизация и современные технологии. – 1992. – №1. – С. 34-38.
57. Сухов В.В. Научные основы формирования конструктивно-технологического облика деталей заготовительно-штамповочного производства в авиационной промышленности: Автореф. дисс.... докт. техн. наук. Спец. 05.07.04 Технология производства летательных аппаратов. Киев. 1997. 42 с.
58. Технический прогресс в самолетостроении / под ред. канд. техн. наук В.А. Степанченко. М.: Машиностроение, 1975. 360 с.
59. Технология производства летательных аппаратов: учеб. для средних учебных заведений / А.П. Кваша, Д.П. Медведев, В.Е. Приходько [и др.]. М.: Машиностроение, 1981. 232 с.

60. Тихомиров В.А. Основы проектирования самолетостроительных заводов и цехов: учеб. для авиационных вузов. Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1975. 472 с.
61. Транспортный самолет Ил-76ТФ-100 с реактивными двигателями CFM-56-5C4. Возможности использования самолета Ил-76ТФ-100 для транспортной авиации / Генеральный конструктор АК им. С.В. Ильющина Г. Новожилов. М. 1999.
62. Челишев Б.Е., Боброва И.В., Гонсалес-Сабатер А. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении / под ред. акад. Н.Г. Бруевича. М.: Машиностроение, 1987. 264 с.
63. Шамсиев З.З. Организационно-технологические особенности формирования структур технологических объектов управления ГПМ механообработки. Ташкент. 1990. 40 с. Препринт. АП УзССР, НПО «Кибернетика», Р-9-34. Комплексная автоматизация производственных процессов.
64. Шамсиев З.З., Во Чунг Тхы. К разработке метода квазиоптимальной структуры технологической системы из множества исходных систем // Вопросы кибернетики. Ташкент. – 1995. – № 152. – С. 108-112.
65. Шамсиев З.З., Масн Суси. К методу использования технологических правил в установлении функциональных, конструктивных и параметрических отношений // Проблемы информатики и энергетики. – 1999. – № 2. – С. 41-44.
66. Шекунов Е.П. Основы технологического членения конструкций самолетов. М.: Машиностроение, 1973.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава 1. Конструктивные и технологические особенности самолета Ил-114	6
1.1. Назначение, модификации и сравнительная оценка самолета Ил-114 с аналогами	6
1.2. Конструктивно-технологическое членение и характеристика планера самолета.....	11
1.3. Конструктивно-технологическая характеристика и функциональные свойства систем самолета.....	19
Глава 2. Организационные меры для запуска в производство самолета Ил-114. Обеспечение качества и взаимозаменяемости	38
2.1. Разработка директивных документов по подготовке производства.....	38
2.2. Технологическая проработка чертежей изделия	38
2.3. Планирование, контроль и учет проектирования и изготовления технологического оснащения.....	41
2.4. Система обеспечения качества изделия.....	41
2.5. Метрологическое обеспечение производства самолета.....	42
2.6. Общие требования к взаимозаменяемости агрегатов, узлов и деталей в производстве самолета.....	44
2.7. Плазово-шаблонная подготовка производства	46
2.7.1. Основные понятия и определения.....	46
2.7.2. Расчеты и построение контуров агрегатов самолета на плазе	47
2.7.3. Построение агрегатов, узлов и деталей самолета на конструктивном плазе.....	49
2.7.4. Общая характеристика шаблонов, их назначение и изготовление	54
2.8. Объемные плазы (макеты, эталоны поверхности) и технология их изготовления. Применение методов поверхностей	60
2.8.1. Конструкция макетов поверхностей	60
2.8.2. Изготовление макетов поверхностей	61
2.9. Технология изготовления и применения обтяжных пуансонов, болванок и формблоков.....	63
2.9.1. Обтяжные пуансоны для изготовления обшивок	63
2.9.2. Конструкции и технология изготовления болванок.....	65
2.9.3. Технология изготовления и применения формблоков.....	67
2.10. Использование автоматизированных методов и средств в плазово-шаблонном производстве	71

Глава 3. Конструкционные материалы, используемые в конструкции самолета	79
3.1. Конструкционные металлические материалы	79
3.2. Изготовление сотовых конструкций	85
3.3. Резины и пластмассы	88
3.4. Изготовление деталей из органического стекла	94
3.5. Изготовление монолитных стеклопластиковых деталей	96
Глава 4. Методы контроля материалов и изделий	97
4.1. Магнитный вид контроля	100
4.2. Вихретоковый метод контроля	103
4.3. Акустический вид контроля	104
4.4. Контроль методом проникающих веществ	106
4.5. Радиационный неразрушающий контроль	108
4.6. Рабочие стандартные образцы и эталоны чувствительности	110
Глава 5. Заготовительно-штамповочные работы в производстве самолета	111
5.1. Раскройные работы при изготовлении плоских заготовок и деталей из листового материала	111
5.2. Изготовление листовых деталей методом гибки	121
5.3. Технология гибочных работ	122
5.4. Оснастка и технологии гибки профилей из листа	124
5.5. Изготовление деталей самолета из профилей	129
5.6. Изготовление обшивок самолета	132
5.7. Изготовление деталей на листоштамповочных молотах	134
Глава 6. Процессы металлообработки в производстве самолета	141
6.1. Предпосылки внедрения в производство автоматизированного оборудования с ЧПУ	141
6.2. Технологическое проектирование для оборудования с ЧПУ	145
6.3. Автоматизация технологического проектирования	147
6.4. Инструменты и оснастка, применяемые в процессах механообработки	151
6.4.1. Применяемая оснастка	151
6.4.2. Конструирование режущих инструментов	158
6.4.3. Создание специального инструмента для обработки высокопрочных и жаропрочных материалов	160
6.5. Механическая обработка материалов из высокопрочных сталей	161
Глава 7. Кузнечно-прессовые и литейные процессы в производстве самолета	169
7.1. Характеристика современного цеха горячей объемной штамповки кузнечно-прессового производства	170
7.1.1. Инструмент для горячей штамповки	174
7.1.2. Изотермическая штамповка	175
7.1.3. Техника безопасности	175
7.2. Литейное производство	176

Глава 8. Сварочные процессы и использование клеев	
в производстве самолета	182
8.1. Материалы, применяемые при изготовлении сварных конструкций ...	182
8.2. Общие сведения о свариваемости материалов	183
8.3. Особенности сварки разнородных материалов.....	186
8.4. Способы сварки	187
8.5. Контроль качества сварных соединений	188
8.6. Дефекты сварных соединений	190
8.7. Пайка металлов.....	191
8.8. Характеристика клеев и области их применения	193
8.9. Технология склеивания	195
Глава 9. Упрочнение деталей.....	198
9.1. Поверхностное упрочнение высокопрочных материалов	198
9.2. Способы и оборудование для упрочнения деталей	200
9.3. Особенности упрочнения длинномерных тонкостенных деталей	204
Глава 10. Сборочное производство	206
10.1. Сборка узлов, панелей люков и дверей	206
10.2. Сборка агрегатов фюзеляжа и их стыковка.....	211
10.3. Сборка агрегатов крыла.....	215
10.4. Средства механизации, применяемые при сборке.....	219
10.5. Общая характеристика работ по окончательной сборке.....	224
10.6. Конструктивно-технологическая характеристика и монтаж бытового оборудования	230
Глава 11. Герметизация самолетных конструкций	233
11.1. Герметики, используемые в конструкции самолета.....	233
11.2. Применение герметиков	234
11.3. Способы и системы герметизации	235
11.4. Технология нанесения герметиков.....	237
Глава 12. Подъёмно-транспортное оборудование и организационная оснастка	240
12.1. Подъёмно-транспортное оборудование и требования безопасности	240
12.2. Оснащение организационно-технологической оснасткой агрегатного производства.....	241
12.3. Оснащение стремянками агрегатов, стыковочных стендов и собранного самолёта.....	247
12.4. Специальные транспортные средства, применяемые при перемещении агрегатов и узлов самолёта.....	251
Глава 13. Изготовление электрорадиожгутов и электросборок	253
13.1. Эталонирование, изготовление лётных жгутов, силовых проводов и электросборок	253

13.2. Плазмы и технология для изготовления электрожгутов, силовых проводов, кабелей и электросборок	254
13.3. Входной контроль покупных комплектующих изделий	258
13.4. Монтаж систем на самолете	261
13.5. Требования к элементам систем перед монтажом	262
13.6. Требования к монтажу элементов систем	266
13.7. Контроль качества монтажа и регулировка	270
13.8. Требования к болтовым соединениям, контровке и пломбированию	272
13.9. Требования к металлизации и инструменту	274
13.10. Монтаж трубопроводных систем	276
13.11. Специальные требования и технология монтажа трубопроводов, шлангов и патрубков	279
13.12. Оборудование, инструмент и оснастка для монтажа	283
13.13. Монтаж электрорадионавигационных систем	284
Глава 14. Испытания самолета	288
14.1. Испытание системы управления самолетом	288
14.2. Общие требования по контролю герметичности трубопроводных систем	289
14.3. Контроль герметичности гидравлической системы	290
14.4. Контроль герметичности воздушных и топливных систем	292
14.5. Контроль герметичности кислородной системы	293
14.6. Промывка гидравлической системы	294
14.7. Отработка гидравлической системы	300
14.8. Проверка и отработка работоспособности электрорадионавигационных систем в наземных условиях	301
14.9. Испытание фюзеляжа на герметичность воздухом и дождеванием ...	306
14.10. Периодические, типовые и другие испытания изделий, агрегатов и сборок	309
14.11. Наземные испытания самолета на летно-испытательном техническом комплексе	311
14.12. Летные испытания самолета	316
Список литературы	319

Учебное издание

Вадим Петрович Кучеров

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА САМОЛЁТА Ил-114

Учебное пособие

Редакторы: Т.К. Кретинина, Ю.Н. Литвинова
Компьютерная верстка: Л.Р. Дмитриенко, А.В. Ярославцева

Подписано в печать 18.05.2017. Формат 60х84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 20,5.

Тираж 500 экз. Заказ 61. Арт. 48/2017.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»
(Самарский университет)
443086 Самара, Московское шоссе, 34.