

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра ремонта ЛА и АД
А.Н.Ерошкин, С.К.Груздков

ПОСОБИЕ

по изучению дисциплины
"Основы производства ЛА и АД"
и выполнению контрольной работы
для студентов V курса специальности 130300
заочного обучения

Москва - 2004

Рецензент проф. Макин Ю.Н.
Груздков С.К., Ерошкин А.Н.

Пособие по ИД “Основы производства ЛА и АД” и выполнению контрольной работы для студентов V курса специальности 130300 заочного обучения раздел "Основы производства ЛА и АД".-М.: МГТУ ГА, 2004 - с.

Данные методические указания издаются в соответствии с учебной рабочей программой для студентов V курса специальности 130300 заочного обучения.

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Ремонт ЛА и АД протокол № и методического совета МФ протокол №.

Введение

Изучение данного раздела курса поможет будущему инженеру-механику по эксплуатации летательных аппаратов и авиадвигателей правильно решать вопросы, связанные с обслуживанием и ремонтом авиационной техники, используя при этом производственный опыт авиационной промышленности.

Программой предусмотрены лекции и лабораторные работы. В процессе работы над разделом студенты должны выполнить контрольную работу. К выполнению контрольной работы можно приступить только после изучения соответствующих теоретических положений раздела. По учебному плану предусмотрена сдача зачета.

Изучение материала раздела "Производство ЛА и АД" целесообразно проводить по отдельным темам в определенной последовательности. Вначале необходимо ознакомиться с вопросами по теме, затем с основными терминами, понятиями и определениями. При изучении темы по рекомендуемой литературе следует вести конспект, что способствует лучшему усвоению материала курса и облегчает его повторение при подготовке к зачету.

Материал курса может быть хорошо усвоен лишь в том случае, если его изучение будет проводиться регулярно в течение всего семестра.

1. Содержание дисциплины

1.1. Общие вопросы производства авиационной техники.

Производственный процесс. Составляющие производственного процесса: технологический, вспомогательный и обслуживающий процессы. Составляющие технологического процесса: технологическая операция, технологический переход, рабочий ход, установ, позиция. Типы производства: опытное, серийное, массовое. Виды производств: агрегатный принцип, технологический принцип, смешанный, многоцелевой, одноцелевой. Составляющие производственной структуры: цех, служба, производственный участок, рабочее место. Показатели производственного процесса: объем выпуска, производственная партия, программа выпуска, производственная мощность, производственный цикл, коэффициент закрепления операций, такт выпуска.

Техническая подготовка производства (ТПП). Составляющие ТПП: конструкторская подготовка производства, технологическая подготовка производства, организационно-производственная подготовка, Этапы ТПП, исходная информация для разработки технологического процесса. Этапы разработки технологического процесса. Классификация баз. Точность обработки.

Технологичность авиационной техники. Виды технологичности. Области обеспечения и проявления технологичности. Факторы, определяющие требования к технологичности. Виды оценки технологичности. Основные показатели технологичности. Дополнительные показатели технологичности.

Точность и взаимозаменяемость при изготовлении ЛА. Способы обеспечения точности и взаимозаменяемости: плазово-шаблонный, эталонно-шаблонный, координатно-шаблонный, метод координатно-аналитической увязки.

Технический контроль. Средства контроля. Типы контролируемых признаков. Этапы технического контроля. Виды контроля. Способы контроля. Статистические методы управления качеством. Классификация неразрушающих методов контроля.

1.2. Изготовление деталей АТ.

Заготовительно-обработочные процессы. Подклассы: формообразование, придание физико-механических свойств. Группы процессов: литье, горячее деформирование, разделение полуфабриката и удаление излишнего материала, холодное деформирование, термическая и термо-химическая обработка, образование покрытий. Подгруппа процессов и частные технологические процессы: гибка, обтяжка, вытяжка и т.д..

Изготовление деталей ЛА. Комплексная технологическая классификация процессов изготовления деталей ЛА (КТК).

Изготовление деталей АД: лопатки компрессора и турбины, диски, вал, камеры сгорания, корпусные детали, детали агрегатов. Контроль деталей АТ. Контроль деталей АД после изготовления.

1.3. Сборка, монтаж и испытание АТ.

Схемы сборки. Методы сборки. Способы базирования. Методы сборки, обеспечивающие заданную точность.

Сборка компрессора. Сборка турбины. Общая сборка. Статическая балансировка. Динамическая балансировка. Испытание авиационных двигателей. Сборка клепаных конструкций. Контроль заклепочных соединений. Способы герметизации и контроль ее качества. Сборка сварных узлов. Характерные дефекты процессов сварки и их контроль. Сборка конструкций с использованием комбинированных соединений. Контроль их качества.

Узловая сборка. Агрегатная сборка. Изготовление клееных обшивок, трехслойных конструкций и конструкций из неметаллов. Общая сборка. Монтажные работы. Контрольно-испытательные работы. Наземные испытания. Летные испытания.

2. Выполнение контрольной работы.

2.1. Формулировка заданий и исходные данные.

К выполнению контрольной работы следует приступать после изучения соответствующих разделов дисциплины.

Контрольная работа включает четыре задания. Вариант задания выбирается по двум последним цифрам шифра зачетной книжки (при совпадении цифр к последней цифре прибавляется единица).

Первое задание. Произвести расчет параметров точности технологического процесса и дать сравнительную (качественную) характеристику проектируемого процесса относительно базового.

Вначале осуществляется расчет параметров для базового варианта, который выбирается по предпоследней цифре шифра, а затем для проектируемого варианта - по последней цифре шифра. Исходные данные представлены в таблице 1. Расчетные показатели сводятся в таблицу и анализируются.

Для решения этой задачи рекомендуется использовать материалы раздела 2.2.1 настоящих МУ и литературу [2].

Второе задание. В соответствии с комплексной технологической классификацией (КТК) изготовления деталей ЛА выбрать и представить схему изготовления детали ЛА, согласно заданному варианту. Выбор варианта производится по последней цифре шифра. Исходные данные представлены в таблице 2, рекомендуемая литература [1,3] и раздел 2.2.2 настоящих МУ.

Третье задание. Произвести расчет коэффициентов технологичности

АТ и дать сравнительную (качественную) характеристику проектируемого изделия относительно базового.

Выбор варианта задания аналогичен выбору варианта первого задания. Исходные данные представлены в таблице 3. При отсутствии данных соответствующие коэффициенты не определяются.

Для решения этой задачи рекомендуется использовать материалы раздела 2.2.3 настоящих МУ и литературу [8,14]. Расчетные показатели сводятся в таблицу и анализируются.

Четвертое задание. Расчет ожидаемой точности сборки.

Схема размерной цепи представлена на рис.1.

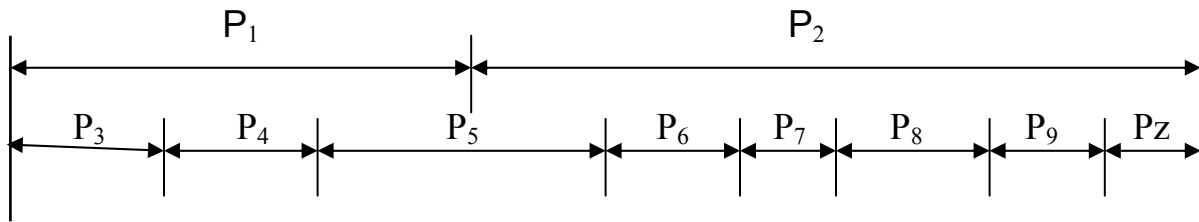


Рис. 1. Схема размерной цепи.

Значения соответствующих звеньев (P) размерной цепи выбираются по таблицам 4 и 5. Из таблицы 4 выбираются номинальные значения звеньев по предпоследней цифре шифра, из таблицы 5 - отклонения значений звеньев по последней цифре шифра. Заданный конструктором зазор $P_z = 3 \dots 5$ мм. Необходимо произвести расчет зазора по предельным отклонениям и вероятностным методом в соответствии с материалами, представленными в разделе 2.2.4 настоящих МУ и литературой [1,4] и сделать соответствующие выводы по обоснованности выбора величины зазора. Если полученные значения зазора не соответствуют заданным, то необходимо решить задачу по правильному выбору размеров составляющих звеньев.

При сдаче зачета по дисциплине "Основы производства ЛА, АД" студент предоставляет контрольную работу с устраненными замечаниями и отчет по лабораторным работам.

Задания контрольной работы, выполненные не по соответствующему варианту, не проверяются.

2.2. Теоретический материал.

2.2.1. Оценка точности ТП (операций).

Оценка параметров точности технологических систем позволяет анализировать точность и стабильность технологических процессов.

Основные показатели точности технологических систем приводятся ниже.

Таблица 1

Расчет точности технологического процесса

Показатели	В а р и а н т ы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$X_{НОМ}$	20	18	16	14	12	10	8	6	4	22
W	0,13	0,12	0,11	0,10	0,14	0,15	0,08	0,17	0,08	0,18
δ	-0,2	+0,1	+0,2	+0,1	-0,1	+0,1	-0,1	+0,2	+0,6	+0,3
$W(t)$	0,08	0,07	0,06	0,15	0,1	0,05	0,18	0,12	0,04	0,13
$\bar{X}(t)$	19,8	18,05	18,15	14,07	11,96	10,1	7,9	6,05	4,025	22,1

Таблица 2

Разработать схему изготовления детали ЛА (по КТК)

Показатели	В а р и а н т ы									
	0	1	2	3	4	5	6*	7**	8	9
Наименование детали	Нервюра	Шпангоут	Стрингер	Нервюра	Шпангоут	Стрингер	Монолитная панель	Монолитная панель	Кронштейн	Кронштейн
Вид заготовки	Листовая	Листовая	Листовая	Неточная штамповка	Неточная штамповка	Неточная штамповка	Плита	Листовая	Точная штамповка	Точное литье
Материал	Д16	ВТ14	СН2	$\sigma_B > 900$ МПа	$\sigma_B < 900$ МПа	$\sigma_B < 900$ МПа	$\sigma_B < 900$ МПа	$\sigma_B < 900$ МПа	$\sigma_B > 900$ МПа	$\sigma_B < 900$ МПа

Примечание: * - с применением фрезерования и холодного деформирования;

** - с применением размерного травления и холодного деформирования.

Таблица 3

Расчет коэффициентов технологичности

Показатели	В а р и а н т ы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нус	35	40	35	70	10	35	40	45	15	65
Нсс	40	50	45	60	60	60	45	55	50	30
Нс	100	150	120	160	170	120	150	140	160	130
Нд	80000	300000	110000	500000	290000	130000	90000	200000	300000	600000
Нуд	48000	120000	44000	200000	130000	240000	64000	140000	140000	250000
Нсд	32000	180000	60000	300000	240000	290000	50000	160000	250000	400000
Гп, м ²	186	50	24	45	100	24	150	60	90	80
Г, м ²	260	110	45	51	119	51	210	120	120	100
Аср	10	9	12	8	11	13	9	10	8	11
Нпк	807000	880000	35000	478000	100000	478000	700000	800000	120000	120000
Но	1420000	1000000	74000	781000	190000	1000000	1200000	1200000	180000	200000
Ктоб ¹⁾	0,95	0,94	0,97	0,92	0,91	0,94	0,93	0,9	0,96	0,9
Ктк ²⁾	0,98	0,93	0,96	0,94	0,92	0,96	0,97	0,95	0,92	0,98
Ктбс ³⁾	0,8	0,87	0,81	0,83	0,86	0,8	0,79	0,87	0,82	0,87
Коэффициенты экономической эквивалентности (соответственно)										
Кэтоб	0,2	0,23	0,25	0,21	0,24	0,25	0,25	0,22	0,2	0,21
Кэтк	0,65	0,64	0,67	0,62	0,63	0,62	0,6	0,66	0,68	0,67
Кэтбс	Выбираются самостоятельно (с учетом требований п.2.2.3)									

Примечания: ¹⁾ – технологичность обшивки; ²⁾ - технологичность каркаса; ³⁾ - технологичность бортовых систем;

⁴⁾ - форма таблицы для качественного анализа (при выполнении заданий №1 и №3):

Показатели		
Варианты
Базовая конструкция (ТП)		
Проектируемая конструкция (ТП)		

Таблица 4

Номинальные значения звеньев размерной цепи, мм

Номер варианта (по предпоследней цифре)	Номер звена размерной цепи								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	120	128	60	122	10,5	23,5	10	30,3	0,1
2	100	148	23	152	30	10	40	10,3	0,5
3	80	168	48	127	15,5	18,2	10	25,3	0,3
4	140	108	28	147	10	30	35	5,3	0,4
5	160	88	43	323	20,5	13,2	15	20,3	0,2
6	90	158	33	142	25,5	3,2	35	5,3	0,1
7	170	78	38	137,5	25	10	20,2	15	0,9
8	110	138	23,5	147,5	42,5	8	40	2	0,8
9	130	118	33	142	30,2	3,2	25	10,3	0,7
0	150	98	51	124	15,5	28,2	5	30,3	0,6

Таблица 5

Отклонение значений звеньев

Номер варианта (по последней цифре)	Номер звена размерной цепи								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$\pm 0,2$	$+0,09$	$-0,04$	$+0,1$	$-0,048$	$\pm 0,1$	$-0,28$	$+0,15$	$0,1 \dots 0,3$
2	$\pm 0,3$	$+0,08$	$-0,06$	$+0,3$	$-0,024$	$\pm 0,2$	$-0,24$	$\pm 0,2$	$0,2 \dots 0,4$
3	$\pm 0,06$	$\pm 0,04$	$+0,2$	$-0,038$	$\pm 0,15$	$-0,3$	$\pm 0,17$	$-0,06$	$0,15 \dots 0,2$
4	$\pm 0,4$	$-0,07$	$+0,028$	$\pm 0,20$	$-0,26$	$\pm 0,18$	$\pm 0,15$	$+0,08$	$0,5 \dots 0,7$
5	$-0,08$	$\pm 0,5$	$-0,05$	$+0,15$	$-0,068$	$\pm 0,25$	$-0,34$	$\pm 0,24$	$0,1 \dots 0,2$
6	$+0,09$	$\pm 0,2$	$\pm 0,15$	$-0,28$	$\pm 0,1$	$-0,048$	$+0,1$	$-0,04$	$0,3 \dots 0,6$
7	$+0,08$	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	$-0,24$	$\pm 0,2$	$-0,024$	$+0,3$	$-0,06$	$0,4 \dots 0,5$
8	$\pm 0,4$	$+0,06$	$\pm 0,17$	$-0,3$	$-0,06$	$\pm 0,15$	$-0,038$	$+0,2$	$0,7 \dots 0,9$
9	$-0,07$	$\pm 0,4$	$-0,26$	$\pm 0,20$	$\pm 0,18$	$\pm 0,15$	$+0,08$	$+0,028$	$0,15 \dots 0,3$
0	$\pm 0,05$	$-0,08$	$\pm 0,24$	$-0,34$	$\pm 0,25$	$-0,068$	$+0,15$	$-0,05$	$0,2 \dots 0,3$

Коэффициент точности $K_T = W/\delta$

где W - поле рассеивания контролируемого параметра для доверительной вероятности γ ,
 δ - допуск на контролируемый параметр (абсолютная величина).

Коэффициент мгновенного рассеяния $K_p(t) = W(t)/\delta$

где $W(t)$ - поле рассеяния контролируемого параметра в момент времени t .

Коэффициент смещения $K_c = \Delta(t)/\delta$

где $\Delta(t)$ - среднее значение отклонения контролируемого параметра относительно середины поля допуска в момент времени t

$$\Delta(t) = | \bar{X}(t) - X_{\text{ср}} |$$

где $\bar{X}(t)$ - среднее значение контролируемого параметра;

$X_{\text{ср}}$ - значение параметра, соответствующее середине поля допуска с учетом величины допуска.

Коэффициент запаса точности

$$K_z(t) = 0,5 - K_c(t) - 0,5K_p(t)$$

2.2.2. Комплексная технологическая классификация изготовления деталей ЛА.

В комплексной технологической классификации (КТК) изготовления деталей ЛА общими, наиболее существенными признаками, связывающими полуфабрикат или заготовку с деталью и определяющими наиболее важный элемент технологического процесса изготовления детали есть процесс формообразования, являются:

соответствие формы полуфабриката или заготовки (по контуру и сечениям) форме детали;

соответствие размеров и точности полуфабриката или заготовки по контуру и сечениям, размерам и точности детали;

соответствие класса шероховатости основных необрабатываемых поверхностей полуфабриката или заготовки классу шероховатости основных поверхностей детали.

Используя перечисленные геометрические признаки, все детали планера самолета и относящиеся к ним полуфабрикаты и заготовки можно разделить на пять комплексных классов (табл.6).

К первому классу относятся детали, изготавливаемые из стандартного сортамента полуфабриката, класс шероховатости основных (необрабатываемых) поверхностей которого соответствует классу шероховатости детали.

Геометрические параметры полуфабриката в данном случае по форме и размерам не соответствуют заданным контурам детали и не полностью соответствуют заданным ее сечениям. Процессы изготовления деталей этого класса обычно включают процессы раскроя полуфабриката на заготовки.

В силу того, что детали первого класса по форме не вписываются в заготовки, основным процессом их формообразования является деформирование (гибка, вытяжка, обтяжка и т.д.) (табл.7).

Ко второму классу относятся детали, изготавливаемые как из стандартного сортамента полуфабриката, так и из неточных заготовок. Полуфабрикаты и заготовки для деталей этого класса неполностью соответствуют по форме и размерам контуру, указанному в чертеже на деталь, и не соответствуют по остальным геометрическим параметрам.

Комплексная технологическая классификация деталей

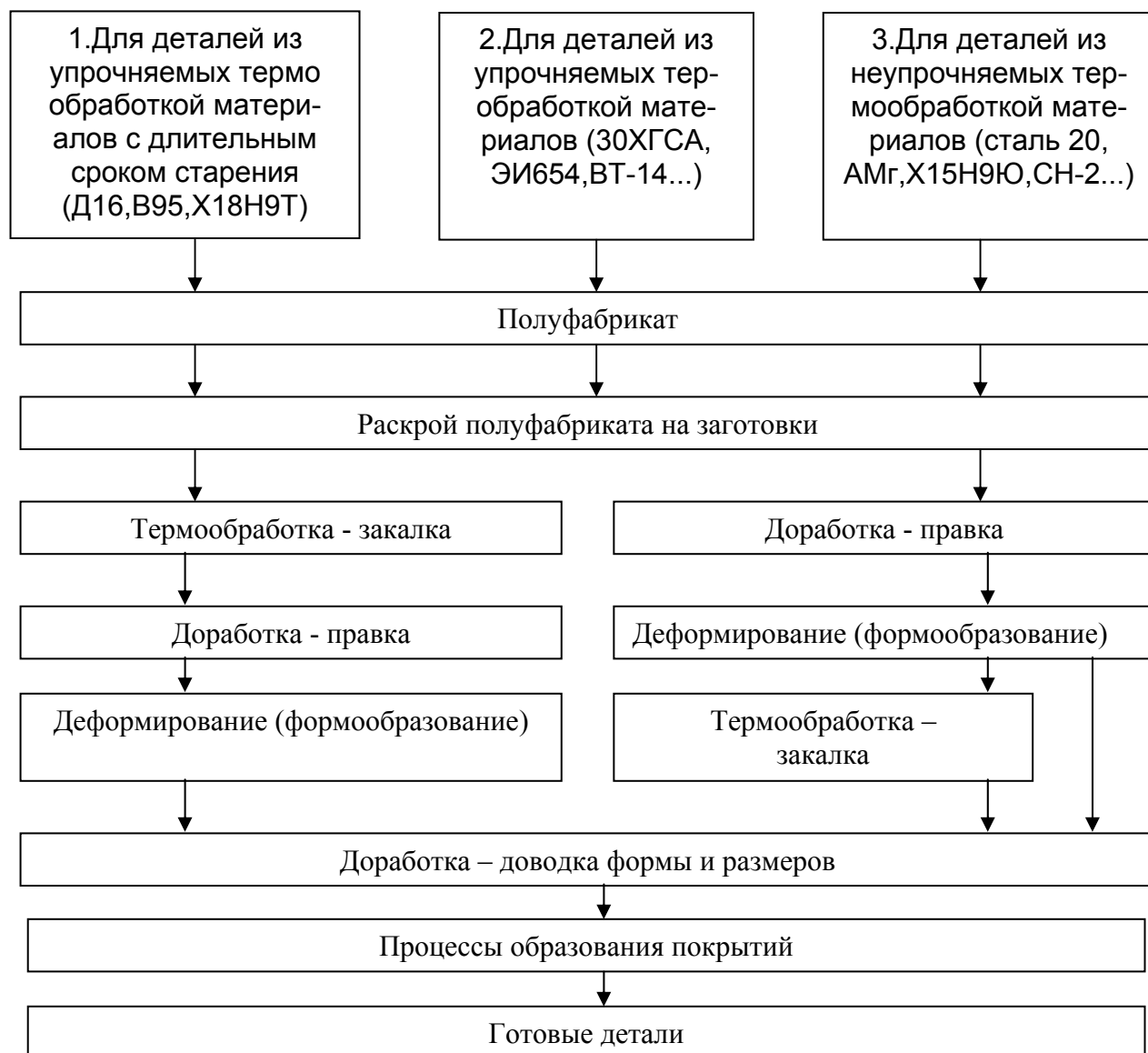
Комплексный класс	Детали самолета	Соответств. геометрических параметров деталей и полуфабрикатов(заготовок)					Полуфабрикат или специальная заготовка
		По форме		по размеру		по чистоте основных по верхн.	
		контура	сеч.	контура	сеч.		
1.	Обшивки,нервюры,шпангоуты,стрингеры тяги,фермы и т.д.	2	3	2	3	4	Листы,профили профилированные плиты,трубы тонкостен.
2.	Штоки,валики,цилиндры,вилки,уши,рамы,шпангоуты и т.д.	3	2	3	2	2	Прутки,трубы толстостенные, поковки и неточные штамповки и отливки
3.	Монолитные панели, обшивки,полки и стенки фасонные и переменного сечения и т.д.	2	2	2	2	3	Плиты и полосы плоские,катаные и прессованные
4.	Силовые узлы,шпангоуты,монолитные отсеки,полки лонжеронов,панели и т.д.	4	4	3	3	4	Точные штамповки,отливки и прессованные заготовки
5.	Диффузоры,конусы носки,наконечники законцовки крыльев и т.д.	4	4	4	4	4	Заготовки из композиционных материалов-пластмасс керамики и др

Условные обозначения в табл.6: 4 - полное соответствие; 3 - неполное соответствие; 2 - несоответствие.

Ко второму классу относятся детали, изготавливаемые как из стандартного сортамента полуфабриката, так и из неточных заготовок. Полуфабрикаты и заготовки для деталей этого класса не полностью соответствуют по форме и размерам контуру, указанному в чертеже на деталь, и не соответствуют по остальным геометрическим параметрам. При изготовлении деталей из стандартного полуфабриката в технологический процесс часто входит и процесс изготовления заготовки.

Детали второго класса полностью вписываются в заготовки, поэтому основным процессом их формообразования является удаление излишнего материала со всех поверхностей заготовки (табл. 8).

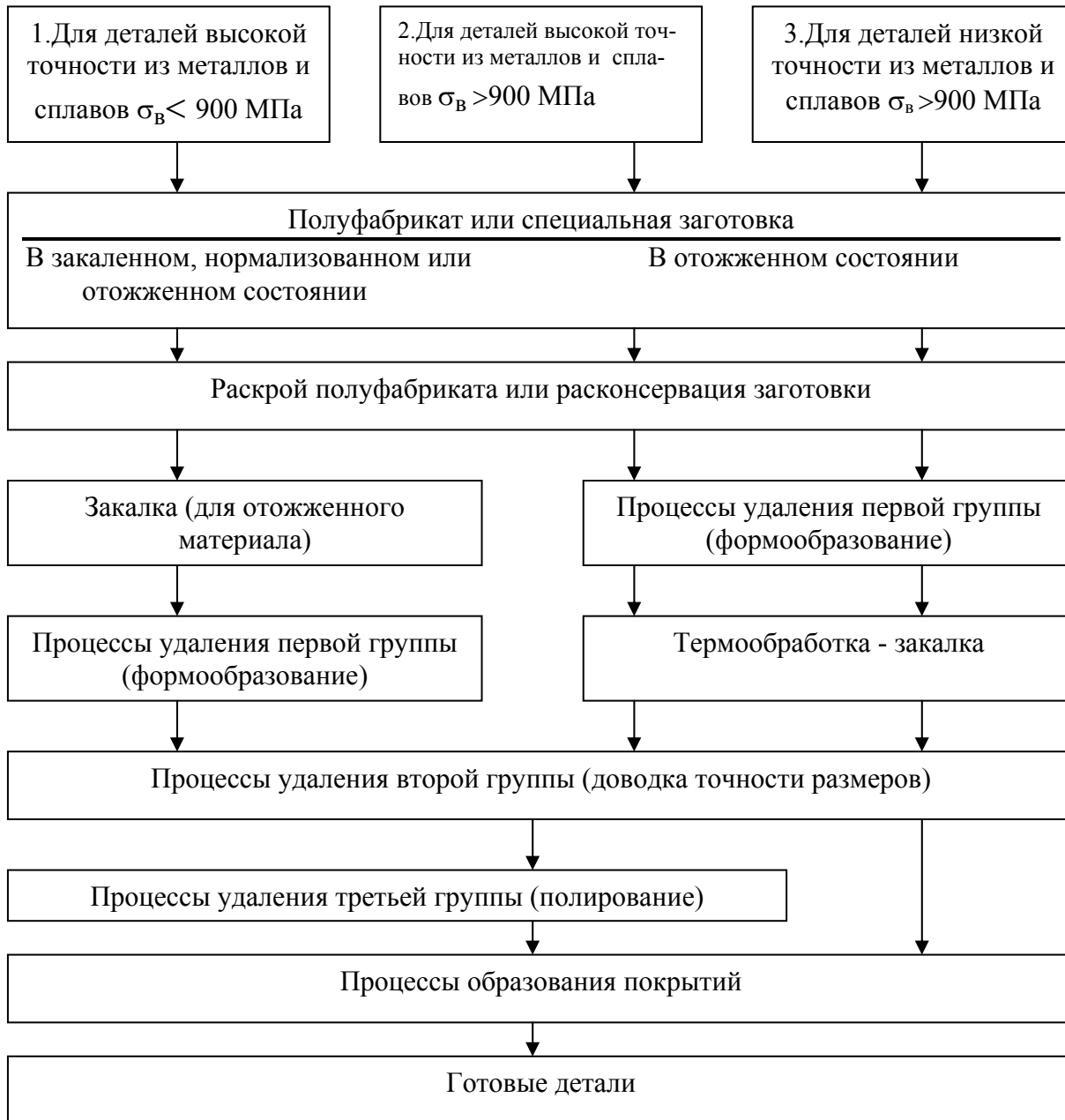
Принципиальные схемы технологических процессов изготовления деталей из листов, профилированных плит, профилей и тонкостенных труб холодным деформированием



К третьему классу относятся детали, изготавливаемые из стандартного полуфабриката. Полуфабрикаты или заготовки соответствуют лишь классу чистоты основных поверхностей и не соответствуют по всем остальным геометрическим параметрам. В технологический процесс изготовления таких деталей, как правило, входят процессы раскроя полуфабриката на заготовки.

Детали третьего класса не вписываются в заготовки по форме и размерам контура, но вписываются по форме и размерам сечений.

Принципиальные схемы технологических процессов изготовления деталей из полуфабрикатов и неточных заготовок удалением излишнего материала



Поэтому для их формообразования применяются и процессы удаления излишнего материала, и процессы деформирования, которые могут меняться местами. Если, например, излишний материал удаляется механическим фрезерованием, то процесс деформирования, как правило, следует за ним. Если же удаление излишнего материала производится размерным травлением, то процесс деформирования обычно предшествует ему (табл. 9).

Принципиальные схемы технологических процессов изготовления деталей из листов, плоских плит и полос удалением излишнего материала и деформированием



К четвертому классу относятся детали, изготавливаемые из специальных точных заготовок, выполняемых штамповкой совместно с калибровкой, штамповкой с чеканкой, штамповкой из жидкого металла, точным литьем, горячим или холодным прессованием. Геометрические параметры таких заготовок не полностью соответствуют геометрическим параметрам деталей только по размерам контура и сечений. Все остальные геометрические параметры заготовки соответствуют заданным параметрам детали.

Поэтому в технологическом процессе изготовления деталей из таких заготовок процесс формообразования отсутствует, так как он входит в процесс изготовления заготовок. Основные поверхности заготовок обработке не подвергают. Остаются лишь процессы доводки - доработки по размерам контура и некоторые сечения (табл.10).

Таблица 10

Принципиальные схемы технологического процесса изготовления деталей из точных специальных заготовок удалением излишнего материала



К пятому классу относятся детали, изготавливаемые непосредственно из пластмасс или их композиций с различными наполнителями, а также из керамики и металлокерамики. Для изго-

товления этих деталей применяют такие процессы формообразования, которые в большинстве случаев устраняют последующую обработку.

Планы обработки деталей АД.

Рабочая лопатка компрессора.

1. Термообработка. 2. Обработка баз. 3. Обработка хвостовика. 4. Обработка пера. 5. Отрезка технологической бобышки. 6. Обработка торца пера. 7. Упрочнение. 8. Нанесение покрытий. 9. Окончательный контроль.

Сопловая лопатка.

1. Наружная обработка хвостовика. 2. Получение внутренних каналов. 3. Доводка пера. 4. Промывка. 5. Нанесение покрытий. 6. Сборка с дефлектором. 7. Окончательный контроль.

Рабочая лопатка турбины.

1. Обработка базовых поверхностей. 2. Предварительная обработка пера (фрезерование, ЭХО). 3. Окончательная обработка пера. 4. Травление пера. 5. Выявление дефектов. 6. Доводка пера. 7. Обработка хвостовика. 8. Отрезка технологической бобышки. 9. Обработка торца пера. 10. Нанесение покрытий. 11. Окончательный контроль.

Обработка дисков.

1. Подрезка торца заготовки. 2. Ультразвуковой контроль. 3. Обдирка заготовки кругом. 4. Термообработка. 5. Отрезка образцов для механических испытаний. 6. Получистовая обработка диска кругом. 7. Чистовая обточка диска кругом. 8. Полирование торцов. 9. Травление, промывка. выявление дефектов. 10. Сверление отверстия (либо нарезание пазов на торце). 11. Протягивание, контроль пазов в обрабатываемом диске. 12. Протягивание и контроль пазов в обрабатываемом диске. 13. Слесарная обработка пазов. 14. Чистовая обточка посадочных поверхностей поясков (для дисков компрессора с торцевыми шлицами) либо фрезерование выемок (для дисков турбин). 15. Нарезание и контроль качества торцевых шлицов (для дисков компрессора). 16. Срезание одного торцевого шлица. 17. Отделка торцов и внутренних поверхностей. 18. Статическая балансировка. 19. Анодирование или оксидирование (для дисков компрессора). 20. Окончательный контроль.

Обработка вала.

1. Термообработка (нормализация). 2. Подрезка торцов и зацентровка. 3. Обтачивание под люнет. 4. Черновая обработка: сверление центрального отверстия, растачивание его, отрезка образца, точение наружных поверхностей, шлифование внутренних и наружных центрируемых поверхностей. 5. Защита нецементируемых поверхностей меднением. 6. Цементация. 7. Термообработка - закалка и отпуск. 8. Восстановление баз - правка и зачистка базовых фасок центрального отверстия, 9. Шлифование под люнет. 10. Чистовая обработка. 11. Окончательная обработка. 12. Балансировка вала. 13. Окончательный контроль.

Камера сгорания.

1. Раскрой заготовки. 2. Подготовка материала к вырубке или вырезке плоских заготовок. 3. Вырубка или вырезка плоских заготовок. 4. Подготовка плоских заготовок к вытяжке или гибке. 5. Формообразование. 6. Механическая обработка деталей перед сваркой. 7. Обработка

отверстий, углублений. 8. Сборка деталей под сварку. 9. Прихватка. 10. Сварка. 11. Механическая обработка после сварки. 12. Нанесение покрытий. 13. Окончательный контроль.

Детали золотниковых и плужерных пар.

1. Черновая обработка. 2. Чистовая обработка. 3. Термообработка. 4. Окончательная обработка. 5. Контроль. 6. Промывка. 7. Термообработка (старение). 8. Доводка рабочих поверхностей. 9. Промывка. 10. Пассивирование. 11. Окончательный контроль.

Контроль деталей АД.

Камера сгорания:

- внешний осмотр;
- проверка размеров измерительным инструментом;
- измерение толщины стенки приборами ультразвукового контроля;
- определение качества сварного шва методом рентгеновского, химического и магнитного анализа.

Вал:

- диаметры шеек валов проверяются скобками и микрометрами;
- диаметры отверстий пробками и индикаторами для внутреннего измерения;
- наружную резьбу проверяют скобками, кольцами и микрометрами;
- внутреннюю резьбу проверяют резьбовыми пробками.

Лопатки:

- выявление внутренних и внешних дефектов материала;
- проверка чистоты обработки;
- проверка размеров, формы профилей, спинки и корыта, а также расположения пера относительно замка;
- проверка массы и частоты собственных колебаний лопаток.

Плужерные пары:

- контроль отверстий гильз;
- проверка диаметров отверстия и вала калибрами;
- проверка глубины отверстия от торца, перекосов осей цилиндрических поверхностей, биений и др. неточностей формы детали;
- измерение точно доведенных поверхностей головками с пружинной передачей по типу микрометра;
- измерение шероховатости поверхностей с помощью интерферометров;
- проверка на призматическом приспособлении биения и перпендикулярности торцов.

Диски:

- контролируются механическими, оптико-механическими и пневматическими контрольными средствами;
- елочные пазы проверяются на проекторе, инструментальном микроскопе и др. методами;

- углы между сторонами профиля и радиусы закруглений между зубьями проверяют на большом инструментальном микроскопе, а профиль паза - на проекторе с увеличением 50 : 1 ;
 - ширина паза проверяется двумя роликами и предельным калибром; шаг между зубьями проверяется индикаторным прибором.

2.2.3. Технологичность АТ.

Основные и дополнительные показатели технологичности конструкции

В соответствии с действующими ГОСТами количественные показатели технологичности разделяются на две группы: основные и дополнительные. К основным показателям относятся абсолютные значения трудоемкости $T_{п}$ и технологической себестоимости $С_{тп}$ изготовления изделия и показатели уровней технологичности:

- по трудоемкости

$$K_{т} = T_{п}/T_{пб}; \quad (1)$$

- по технологической себестоимости

$$K_{ст} = C_{тп}/C_{тб}, \quad (2)$$

где $T_{пб}$ - ожидаемая трудоемкость изготовления базового изделия;

$C_{тб}$ - ожидаемая технологическая себестоимость базового изделия.

К дополнительным показателям технологичности относится целый ряд частных и комплексных, абсолютных и относительных показателей, оценивающих конструкцию как с экономической, так и технической стороны.

Дополнительные производственные показатели по трудоемкости:

1. Удельная трудоемкость изготовления изделия

$$t_{п} = T_{п}/P \quad (3)$$

где P - параметр изделия.

Для самолетостроения наиболее употребительным для данного случая параметром является масса самолета, планера, агрегата (в зависимости от того, к чему относится $T_{п}$ и $t_{п}$). Тогда $t_{п}$ будет выражать трудовые затраты на единицу массы конструкции (чел.ч[кг]).

2. Относительная трудоемкость заготовительных работ

$$t_{зр} = T_{зр}/T_{п} \quad (4)$$

где $T_{зр}$ - сумма трудоемкостей процессов изготовления всех заготовок.

3. Относительная трудоемкость вида технологических процессов $t_{вт}$ (механической обработки, штамповки, сварки и др.)

$$t_{вт} = T_{вт}/T_{п} \quad (5)$$

где $T_{вт}$ - трудоемкость данного вида технологических процессов изготовления деталей или сборки. Этот показатель характеризует доленое участие различных видов работ в изготовлении самолета.

Дополнительные производственные показатели по себестоимости:

1. Удельная себестоимость

$$C_{п} = C_{п}/P \quad (6)$$

где $C_{п}$ - полная себестоимость изготовления изделия;

P - параметр изделия. В частности, им может быть масса изделия, и тогда $C_{п}$ будет выражать стоимость изготовления единицы массы изделия.

2. Удельная техническая себестоимость

$$C_{mn} = C_{mn}/P \quad (7)$$

Дополнительные показатели по унификации, применяемым материалам и другим признакам:

1. Коэффициенты унификации и стандартизации сборочных единиц изделия

$$R_{yc} = N_{yc}/N_c, \quad R_{cc} = N_{cc}/N_c \quad (8)$$

где N_{yc} , N_{cc} - количество унифицированных и стандартных сборочных единиц;

N_c - общее число сборочных единиц.

2. Коэффициент унификации и стандартизации деталей изделий

$$K_{уд} = N_{уд}/N_d, \quad R_{cd} = N_{cd}/N_d, \quad (9)$$

где $N_{уд}$, N_{cd} - число унифицированных и стандартных деталей;

N_d - общее число деталей.

3. Коэффициенты унификации (стандартизации) конструкции:

$$K_y = \frac{N_{yc} + N_{уд}}{N_c + N_d}, \quad R = \frac{N_{cc} + N_{cd}}{N_c + N_d} \quad (10)$$

4. Коэффициенты применения типовых технологических процессов

$$K_{тп} = N_{тп}/N_p, \quad (11)$$

где $N_{тп}$ - число типовых технологических процессов;

N_p - общее число технологических процессов.

5. Коэффициент использования материалов

$$K_{им} = M_p/M_z \quad (12)$$

где M_p - масса изделия;

M_z - сумма масс заготовок.

6. Коэффициент точности обработки

$$K_{точ} = 1 - 1/A_{cp} \quad (13)$$

где A_{cp} - средний класс точности обработки.

7. Коэффициент повторяемости элементов конструкции

$$K_{пов} = N_n/N_k \quad (14)$$

где N_n - общее количество наименований составных частей конструкции;

N_k - общее количество составных частей конструкции.

Специфические показатели технологичности.

Перечисленные дополнительные показатели являются общемашиностроительными. Кроме них в самолетостроительной промышленности применяются специфические показатели технологичности:

1. Коэффициент панелирования

$$K_{пн} = F_p/F_{пл} \quad (15)$$

где F_p - сумма площадей панелей, выделенных в отдельные сборочные единицы;

$F_{пл}$ - площадь поверхности планера.

2. Коэффициент прессовой клепки

$$K_{пк} = N_{пк}/N_o, \quad (16)$$

где $N_{пк}$ - количество заклепок, раклепывание которых возможно на специальных клепальных прессах;

N_o - общее количество заклепок на планере.

Важная роль отводится отработке технологичности бортовых систем. Здесь применяются следующие показатели:

1. Коэффициент панелирования бортовых систем

$$K_{пс} = N_{пс}/N_c, \quad (17)$$

где $N_{пс}$ - число блоков и агрегатов монтируемых предварительно на панелях;

N_c - общее число блоков и агрегатов бортовых систем.

2. Коэффициент монтажа коммуникаций в агрегатах

$$K_m = N_{мк}/N_k, \quad (18)$$

где $N_{мк}$ - число коммуникаций, проходящих через агрегат и имеющих конструктивные разъемы по стыкам агрегата;

N_k - общее число коммуникаций, проходящих через агрегат. Коэффициент $K_{пс}$ характеризует возможность монтажа основных

элементов бортовых систем на панелях вне агрегатов планера, что

способствует расширению фронта работ и сокращению цикла монтажных работ. Коэффициент K_m показывает возможность монтажа коммуникаций в агрегатах планера до их стыковки и соединения.

Отдельные показатели технологичности могут быть сведены в комплексные показатели, которые характеризуют не отдельные признаки технологичности, а определенную группу признаков. При расчете комплексных показателей учитывается различие экономической эффективности частных показателей:

$$K = \frac{K_1 K_{1э} + K_2 K_{2э} + \dots + K_n K_{nэ}}{K_{1э} + K_{2э} + \dots + K_{nэ}} \quad (19)$$

где K - комплексный показатель технологичности;

K_i - частный показатель технологичности;

$K_{iэ}$ - коэффициент экономической эквивалентности (весомости) частного i -го показателя.

Коэффициенты экономической эквивалентности принимаются из условия:

$$\sum_1^n K_{iэ} = 1, \text{ т.е. } K_{1э} = 1 - \sum_1^{n-1} K_{iэ} \quad (20)$$

2.2.4. Расчет линейных сборочных цепей.

Различают два основных метода расчета допуска замыкающего звена: по предельным отклонениям звеньев цепи и теоретико-вероятностный.

Расчет по предельным отклонениям.

Номинальный размер зазора (рис. 1) определяется по формуле

$$P_{зном} = \sum^B P_{iном} - \sum^H P_{iном} = (P_{1ном} + P_{2ном}) -$$

$$- (P_{3ном} + P_{4ном} + P_{5ном} + P_{6ном} + P_{7ном} + P_{8ном} + P_{9ном})$$

При пользовании методом предполагается, что верхние и нижние звенья выполнены с наименее выгодными предельными значениями.

Тогда замыкающее звено получает также предельные значения. Так, для рассматриваемой цепи они равны

$$P_{z\max} = (P_1\max + P_2\max) - (P_3\min + P_4\min + P_5\min + P_6\min + P_7\min + P_8\min + P_9\min)$$

$$P_{z\min} = (P_1\min + P_2\min) - (P_3\max + P_4\max + P_5\max + P_6\max + P_7\max + P_8\max + P_9\max)$$

Так как разность предельных значений представляет собой допуск, то, вычитая, получим

$$\delta z = P_{z\max} - P_{z\min}$$

Расчет на основе теории вероятностей учитывает, что процессы обработки и комплектования деталей при сборке по природе своей - вероятностные, а значения получающихся при этом размеров - случайные.

В отличие от расчета по предельным отклонениям при вероятностном методе оперируют не номинальными значениями размеров и их отклонениями (допусками), а средними значениями размеров и рассеянием их отклонений.

В основу вероятностного метода расчета замыкающих звеньев положены теоремы о правилах суммирования случайных величин:

а) алгебраическое суммирование величин, характеризующих центры группирования отклонений (или координат средин полей допусков);

б) квадратичное суммирование величин, характеризующих рассеяние отклонений (или половин размеров полей допусков).

Принимая во внимание теоремы о суммировании, для распределения по закону Гаусса координата средин поля допуска замыкающего звена D равна алгебраической сумме средин полей допусков составляющих звеньев:

$$D_z = (D_1 + D_2) - (D_3 + D_4 + D_5 + D_6 + D_7 + D_8 + D_9),$$

а половина поля допуска δ - квадратичной сумме половин полей допусков составляющих звеньев:

$$\delta z = \sqrt{\sum_1^{n-1} (\delta_i/2)^2}$$

Тогда: $P'_{z\max} = P_{z\text{ном}} + D_z + \delta z$; $P'_{z\min} = P_{z\text{ном}} + D_z - \delta z$; $\delta' z = P'_{z\max} - P'_{z\min}$

3. Лабораторные работы

1. Лабораторная работа № 1. Исследование точности технологических процессов (2,9)

1.1. Вопросы для самопроверки (см. т. 150, Приложение 1)

1.2. Исходные данные. Выбор варианта осуществляется по последней цифре шифра, по предпоследней цифре шифра выбираются значения (10 значений) для момента времени "t".

1.3. Порядок выполнения работы (последовательность выполнения)

- 1.3.1 Схема замера
- 1.3.2 Характеристика применяемого измерительного инструмента
- 1.3.3 Определить поле рассеивания " ω "
- 1.3.4 Выбрать число разрядов "к"
- 1.3.5 Определить цену разряда
- 1.3.6 Определить число измерений в каждом разряде " $n_{иср}$."
- 1.3.7 Определить среднее арифметическое для каждого разряда " $X_{иср}$ "
- 1.3.8 Построить практическую кривую
- 1.3.9 Определить среднее арифметическое " $X_{ср}$ " и среднее квадратическое отклонение " σ " для всех исходных данных
- 1.3.10 Определить масштаб для кривой нормального распределения "М н"
- 1.3.11 Определить координаты точек для построения кривой нормального распределения
- 1.3.12 Построить теоретическую кривую
- 1.3.13 Определить расчетное поле " ω_{ρ} "
- 1.3.14 Определить систематическую погрешность " ω_{Π} "
- 1.3.15 Определить суммарную погрешность " ω_{Σ} "
- 1.3.16 Определить процент брака
- 1.3.17 Анализ и выводы.
- 1.3.18 Определить " $K_T, K_P(t), K_C(t), K_3(t)$ ".
- 1.3.19 Анализ и выводы.

2. Лабораторная работа № 2. Проектирование технологического процесса изготовления деталей АТ (1,3,9,11)

2.1. Вопросы для самопроверки (см. т. 73, Приложение 1)

2.2. Протокол выполнения лабораторной работы.

Составить схемы изготовления деталей АТ и указать класс по КТК для деталей ЛА или типовую деталь по методу групповой обработки для деталей АД. Для деталей АД также разработать план контроля. Произвести выбор технологических баз.

3. Лабораторная работа № 3. Сборка ротора турбины ГТД. (4)

3.1. Вопросы для самопроверки (см. т 170, Приложение 1)

3.2. Исходные данные

Выбор варианта. Выбор варианта осуществляется по последней цифре шифра по таблице № 2, по предпоследней цифре выбирается количество лопаток в выбранном варианте.

3.3. Порядок выполнения лабораторной работы.

3.3.1. Составить технологический процесс сборки ротора турбины ГТД.

3.3.2. Распределить лопатки по пазам диска.

3.3.3. Исследование возможности замены лопаток без последующей динамической балансировки.

3.3.3.1 Определить " Δ_1 ", " Δ_2 ", " Δ "

Для определения максимально возможной неуравновешанности Δ можно использовать следующие способы ее определения: аналитический и графический.

Графический способ определения максимально возможной неуравновешанности.

На графике (рис.1) зависимости M от P наносятся пять точек соответствующих пяти лопаткам, у которых интервалы между значениями веса лопаток одинаковы (S) (лопатки с номерами 28, 9, 51, 32, 2) (см. рис. 1)

Точки 1 (лоп. 28) и 2 (лоп. 9) соединяем отрезком прямой. Двигаясь в сторону точки 2 , проходим вдоль этого отрезка расстояние, соответствующее $2/3 S$ и делаем отметку. Соединяем полученную точку с точкой 3, (лоп. 51), двигаясь в сторону точки 3, снова проходим расстояние соответствующее $2/3 S$, и делаем новую отметку. Повторяем эту процедуру до тех пор, пока не будет получена последняя точка. Эта последняя точка (А) лежит на наилучшей прямой, т.е. прямой наименьших квадратов. Теперь начинаем построение с другого конца и повторяем весь процесс, двигаясь в противоположном направлении от точки 5 (лоп.2) к точке 4 (лоп. 32). Находим вторую точку (В), проводим через точки А и В прямую соответствующей средней линии "0-0". Через крайнюю верхнюю и нижнюю точки проводятся прямые "1-1" и "2-2" параллельные средней линии "0-0". Для определения Δ_1 необходимо восстановить перпендикуляр $\perp C$ через точку 5. Величина отрезка "6-11" соответствует величине Δ_1 . От точки "7" откладывается влево величина ΔP (точность подбора лопаток по весу) и из точки "8" восстанавливается перпендикуляр $\perp D$ до пересечения с нижней линией "2-2" . Величина отрезка "9,10" соответствует величине Δ_2 , следовательно,

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_0$$

3.3.3.2. Определить "F"

3.3.3.3. Определить режим работы ротора, сделать выводы

3.3.3.4. Определить " Δ "

3.3.3.5. Определить допуск на подбор лопаток без последующей динамической балансировки.

3.3.4. Анализ и выводы

4. Лабораторная работа № 4. Сборка авиационных конструкций.(5)

4.1. Вопросы для самопроверки (т 180,Приложение 1)

4.2. Протокол выполнения лабораторной работы

4.2.1. Определить суммарную погрешность при сборке по соответствующему методу или способу базирования при сборке в сборочном приспособлении и сделать соответствующие выводы о точности сборки.

4.2.2. Разработать структурную схему сборки агрегата (наименование агрегата, последовательность сборки и спецификация, указать метод сборки и способ базирования)

4.2.3. Разработать процесс сборки авиационной конструкции.

4.2.4. Произвести расчеты

5. Лабораторная работа № 5. Монтаж и регулировка автомата перекоса. (6)

5.1. Вопросы для самопроверки (т 190,Приложение 1)

5.2. Протокол выполнения лабораторной работы

5.2.1. Определить неточность квадранта и отклонения от горизонтальной плоскости установочной плиты.

5.2.2. Произвести регулировку автомата перекоса в соответствии с технологией контроля. Заполнить карту контроля.

5.2.3. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Протокол испытаний форсунки

Параметры испытания	Регистрируемые Параметры		Расчетные параметры		Параметры по ТУ		
					I конт	I+II конт	
Пропускная способность	V, мм		G, л/мин		0,347...	6,02...	
	t, с					0,373 л/мин	6,09 л/мин
Неравномерность распыла	g_{max} , см ³		S,%		не более 23%	не более 17%	
	g_{min} , см ³						
Угол распыла, °	I пол	$\alpha_{лев}$	α^O_i				
		$\alpha_{прав}$					
	II пол	$\alpha_{лев}$	α^O_{II}				
		$\alpha_{прав}$					
	α		$\alpha_{ср}$			$84^0 \pm 4^0$	$87^0 \pm 4^0$
Герметичность	Герметичность				Негерметичность не допускается		

6.2.3. Проанализировать полученные результаты испытания и сделать выводы.

7. Лабораторная работа № 7. Регулировка хвостового винта вертолета. (10)

7.1. Вопросы для самопроверки (т 191, Приложение 1)

7.2. Протокол выполнения лабораторной работы

7.2.1 Произвести регулировку хвостового винта вертолета в соответствии с технической регулировкой.

7.2.2 Заполнить карту регулировки

7.2.3 Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

8. Лабораторная работа № 8. Технологичность авиационных конструкций. (8)

8.1. Вопросы для самопроверки. (т.8 Приложение 1)

8.2. Исходные данные, выбор варианта, произвести расчет коэффициента технологичности, дать сравнительную (качественную) характеристику проектируемого изделия относительно базового варианта.

Вначале осуществляется расчет параметров для базового варианта, который выбирается по предпоследней цифре шифра, а затем для проектируемого варианта по последней цифре шифра. Исходные данные представлены в таблице 3. При отсутствии данных соответствующие коэффициенты не определяются.

8.3. Порядок выполнения лабораторной работы.

8.3.1 Вычисляются соответствующие относительные коэффициенты технологичности.

8.3.2 Определяются комплексные показатели технологичности

8.3.3 Анализируются полученные значения коэффициентов и делаются выводы.

4. Практические занятия

1. Практическое занятие № 1. Расчет размерных цепей. (4.11)

1.1. Исходные данные

Выбор варианта. Расчет ожидаемой точности сборки.

Схема размерной цепи представленного на рисунке 2.

Значение соответствующих звеньев (Р) размерной цепи выбираются по таблицам 4 и 5. Из таблицы 4 выбираются номинальные значения звеньев по предпоследней цифре шифра, из таблицы 5 отклонение значений звеньев по последней цифре шифра.

Заданный конструктором зазор 3 ... 5 мм Необходимо произвести расчет зазора по предельным отклонениям и вероятностным методом. Сделать соответствующие выводы по обоснованности выбора величины зазора. Если полученное значение зазора не соответствует заданному, то необходимо решить задачу по правильному выбору размеров соответствующих звеньев.

1.2. Протокол (в порядке выполнения расчета)

!3. Анализ и выводы

2. Практическое занятие № 2. Исследование точности зависимых методов изготовления летательных аппаратов. (7)

2.1. Вопросы для самопроверки. (т 10 Приложения 1)

2.2. Протокол

2.2.1. Разработать схему изготовления детали ЛА с указанием плазов, шаблонов, технологической оснастки, технологического оборудования и т.д.

2.2.2. Разработать эскиз шаблона для заданной детали.

2.3. Проанализировать точность изготовления детали.

5. Перечень рисунков к альбому иллюстраций по дисциплине «Основы производства ЛА и АД»

Общие вопросы производства (стр. 3...13)

Рис. 1 Структурные составляющие технологии.

Рис. 2 Этапы изготовления самолета.

Рис. 3 Календарный срок жизни самолета.

Рис. 4 Структура технологического процесса.

Рис. 5 Структурная схема технической подготовки производства авиационной техники.

Рис. 6 Варианты изготовления вальчатого болта.

Рис. 7 Схема базирования на последовательных стадиях изготовления вальчатого болта. При обработке поверхностей заготовки за установочную базу принимается необработанная поверхность прутка О. После обработки поверхностей деталь отрезается от прутка и для обтачивания головки болта закрепляется по поверхности 3, которая и будет чистой установочной базой вместе с упорной поверхностью п-п. При фрезировании вилки и сверления отверстия для соблюдения единства и постоянства баз в качестве основной установочной базы следует выбрать поверхность 3 и п-п, от которой заданы размеры А и В. При этом погрешность размера А будет равна лишь ошибке настройки фрезерного станка. Если же за установочную базу выбрать поверхности 2 и т-т, то в размерную цепь вносится погрешность базисного размера Г, что снижает точность обработки.

Рис. 8 Классификация баз.

Рис. 9 Блок-схема автоматизации разработки технологических процессов.

Рис. 10 Схема передачи информации о качестве изделий.

А, Б, 1, 2, 3, 4 – каналы обратной связи

Рис. 11 Структурные составляющие технологичности.

Обеспечение точности при изготовлении ЛА (стр. 14...35).

Рис. 12 Влияние погрешности взаимной увязки отдельных элементов конструкции на плавность поверхности крыла.

Рис. 13 Независимый метод изготовления деталей ЛА.

Рис. 14 Зависимый метод изготовления деталей ЛА.

Рис. 15 Основные плоскости и координатные оси, принимаемые при вычерчивании на плазе контуров планера самолета.

Рис. 16 Плазы теоретические.

Рис. 17 Плаз совмещенных сечений фюзеляжа.

Рис. 18 Монтажная схема плаза.

Рис. 19 Шаблон контрольно-контурный (ШКК).

Рис. 20 Шаблон развертки детали (ШРД).

Рис. 21 Шаблон контура (ШК).

Рис. 22 Схема изготовления детали ЛА при формовании резиной.

Рис. 23 Схема построения контуров различных шаблонов.

Рис. 24 Взаимосвязь шаблонов.

Рис. 25 Шаблоны контуров сечений (ШКС).

Рис. 26 Шаблоны группового раскроя (ШГР).

Рис. 27 Производственные шаблоны.

Рис. 28 Схема переноса размеров при плазово-шаблонном методе.

Рис. 29 Эталон поверхности.

Рис. 30 Универсальный стенд для изготовления обтяжных пуансонов.

Рис. 31 Изготовление обтяжного пуансона из пескоклеевой массы по слепку, снятому с макета поверхности (а) и готовый пуансон (б).

Рис. 32 Схема эталонно-шаблонного метода.

Рис. 33 Увязка шаблонов в пространстве.

Рис. 34 Заливка вилки цементом.

Рис. 35 Схема изготовления обвода рубильника по макету поверхности.

Рис. 36 Установка втулки в корпусе рубильника.

Рис. 37 Плаз-кондуктор.

Рис. 38 Инструментальный стенд.

Рис. 39 Схема координатно-шаблонного метода.

Рис. 40 Схема отстыковки двух калибров разъема (крыла и центроплана).

Рис. 41 Схема увязки размеров оснастки при независимом изготовлении ЛА (метод координатно-аналитической увязки - МКАУ).

Изготовление деталей ЛА (стр.36...48)

Рис. 42 Схемы процесса резки роликовыми ножницами (1 – нож, 2 – разрезаемый полуфабрикат, $A = 7 \dots 14$ - угол захвата, $D = (30 \dots 70)$ б – диаметр ножей, $n = (0,2 \dots 0,35)$ б – величина захода ножей).

Рис. 43 Раскрой листового материала фрезерованием : а – на вертикально-фрезерном станке; б – на радиально – фрезерном станке; в – пример групповой карты раскроя.

1 – фреза, 2 – копирное кольцо, 3 – шаблон, 4 – пакет листов или карточек, 5 – подкладка, 6 – палец.

Рис. 44 Гибка обшивки.

Рис. 45 Гибка профиля. 1 – стол, 2 – крепление цилиндра, 3 – цилиндр поворота платформы, 4, 8 – поворотная платформа, 5,7 – цилиндр растяжения, 6,9 – цанговый зажим, 10 – сменная оправка.

Рис. 46 Обтяжка обшивки.

Рис. 47 Гидравлический пресс для штамповки деталей резиной.

Рис. 48 Вытяжка. 1 – матрица, 2 – зажим, 3 – пуансон, 4 – заготовка листовая.

Рис. 49 Пресс глубокой вытяжки. 1 – матрица, 2 – стол, 3 – пуансон, 4 – подвижная часть пресса.

Рис. 50 Схема процесса вытяжки деталей эластичной матрицей. а,б,в – последовательные этапы вытяжки листовой заготовки, г – график зависимости, 1 – листовая заготовка, 2 – основание установки, 3 – пуансон, 4 – матрица, 5 – диафрагма, 6 – рабочее тело, 7 – трубопровод, 8 – готовая деталь.

Рис. 51 Обтяжка.

Рис. 52 Выдавливание. 1 – оправка, 2 – заготовка листовая, 3 – вращающийся прижим, 4 – давитьник, 5 – готовая деталь.

Рис. 53 Выколотка. 1, 3 – пуансон, 2 – заготовка листовая.

Рис. 54 Высокоскоростная штамповка: а – схема процесса формования с использованием энергии взрывчатых веществ, б – схема электрогидравлического метода формования, г – схемы процессов формования импульсным электромагнитным полем.

Рис. 55 Схема изготовления остекления. 1 – заготовка, 2 – лампы, 3 – трубка, 4 – уплотнительные прокладки, 5 – штуцер, 6 – крышка.

Рис. 56 Формовка деталей из неметаллов. а – вакуумированием, б – в пресс-камерах, в – в автоклавах и гидроклавах.

Рис. 57 Литейная выжимная машина для литья панелей.

Рис. 58 Схема технологического процесса литья методом выжимания.

Изготовление деталей АД (стр.49...65)

Рис. 59 Схема изготовления заготовки лопатки.

Рис. 60 Схема изготовления лопатки.

Рис. 61 Обработка лопаток.

Рис. 62 Обработка корыта лопатки.

Рис. 63 Обработка по копиру. 1 – копир, 2 – эталон поверхности, 3 – формообразующая заготовка, 4 – инструмент, 6,7 – электродвигатель, 8 – редуктор.

Рис. 64 Схема протяжки елочного профиля замка лопатки турбин. а – схема резания за один проход, б – схема резания (предварительно и окончательно), в – схема резания (предварительно) и профильная (окончательно), г – схема протягивания елочного замка: 1,2,3 – проходы.

Рис. 65 Схема протяжки замка типа ” Ласточкин хвост”.

Рис. 66 Схема обработки замка рабочей лопатки компрессора на автоматической линии АЛ-1. 1 – фрезерование торцов замка, 2 – фрезерование подошвы замка, 3 – фрезерование боковых сторон замка, 4 – протягивание замка, 5 – фрезерование двух лысок, 6 – окончательное фрезерование торцов замка, 7 – фрезерование паза в замке, 8 – фрезерование фасок на прорезе замка, 9 – скругление кромок.

Рис. 67 Обработка пера лопатки холодным деформированием (вальцевание).

Рис. 68 Заготовка вала.

Рис. 69 Изготовление заготовки вала.

Рис. 70 Обработка заготовки вала.

Рис. 71 Протягивание пазов в диске на горизонтально-протяжном станке.

Рис. 72 Изготовление отверстия в вале.

- Рис. 73 Обработка зубьев шестерни.
 Рис. 74 Протяжка.
 Рис. 75 Геометрические параметры замка лопатки.
 Рис. 76 Многомерный индикаторный прибор для контроля толщины замка по средней линии. 1,2,3,4,10,11 – элементы установки, 5,9 – контактные пластины, 6,8 – рычаги фиксации контактных пластин, 7 – лопатка.
 Рис. 77 Проектор для контроля пера лопаток.
 Рис. 78 Контроль геометрии пера лопатки. 1 – лопатка, 2 – датчики, 3,4,6 – электронные устройства, 5 – исполнительные механизмы.
 Рис. 79 Контроль геометрических параметров вала.
 Рис. 80 Блок-схема установки для контроля частоты собственных колебаний лопаток. 1 – электромагнитный вибратор, 2 – катушка возбуждения, 3 – генератор звуковых колебаний, 4 – усилитель, 5 – лопатка, 6 – осциллограф, 7 – емкостной датчик, 8 – усилитель.
 Рис. 81 Контроль пазов диска. а – толщина полочки, б – ширина по роликам.
 Рис. 82 Контроль пазов диска (шага). а – шаг пазов, б – шаг полочек.
 Рис. 83 Контроль пазов диска.
 Рис. 84 Контроль внутреннего диаметра длинномерных деталей.
 Рис. 85 Контроль радиального биения.
 Рис. 86 Контроль качества зацепления по “краске”.
 Рис. 87 Активный контроль геометрических параметров детали при ее изготовлении.
 Рис. 88 Контроль геометрических параметров камеры сгорания.

Сборка и испытание АД (стр.66...78)

- Рис. 89 Контроль соосности.
 Рис. 90 Контроль зазора “б-образным” щупом.
 Рис. 91 Контроль зазора в труднодоступном месте.
 Рис. 92 Контроль проходного сечения соплового аппарата.
 Рис. 93 Контроль зазоров.
 Рис. 94 К определению усилий затяжки болтового соединения.
 Рис. 95 Контроль усилий затяжки. а – схема контроля удлинения болта, б – контроль с помощью тарированного штифта, в – контроль с помощью тарированной шайбы.
 Рис. 96 Схема статического уравнивания. 1 – груз, 2 – ротор, 3 – балансировочные ножи, 4 – регулируемые опоры.
 Рис. 97 Схема балансировочной машины. 1 – постоянные магниты, 2 – катушки, 3 – тяги, 4 – стробоскопическая лампа, 5,8 – подвижные опоры, 6 – ременная передача, 7 – ротор, 9 – гальванометр, 10,11 – выключатели.
 Рис. 98 Сборка ротора компрессора ГТД.
 Рис. 99 Сборка камеры сгорания.
 Рис. 100 Технологическая схема сборки ТРДД.
 Рис. 101 Схема устройства для глушения шума на всасывании и на выходе.
 Рис. 102 Схема проточной месдозы.
 Рис. 103 Схема испытания двигателя.

Сборка ЛА (стр.79...97)

- Рис. 104 Силовой цилиндр и схема его сборки по базовой детали. а – эскиз цилиндра, б – схема сборки. 1 – шток, 2 – крышка цилиндра, 3 – поршень, 4 – шайба, 5 – гайка, 6 – цилиндр, 7,8 – штуцер, 9 – шланг.

Рис. 105 Лючок и его сборка по разметке. а – лючок, б, в – способ сборки разметкой, г – способ фотокопирование.

1 – петля, 2 – диск, 3 – замок, 4 – струбцина.

Рис. 106 Образование обводов каркаса при базировании по СО. 1, 3 – профили, 2 – стенка, 4 – фиксатор (болт), 5 – обшивка.

Рис. 107 Схемы базирования по поверхности каркаса. а – панель с элементами продольного набора устанавливается на каркас и прижимается силами П – П к его поверхности; б – на каркас устанавливается обшивка; в – на каркас устанавливается монолитная панель; г – присоединение обшивки к каркасу при помощи клея или припоя.

1 – обшивка (панель) до установки на каркас, 2 – обшивка (панель), установленная на каркас, 3 – каркас, 4 – элементы приспособления, прижимающие обшивку к каркасу.

Рис. 108 Базирование по внутренней поверхности обшивки. 1 – рубильник, 2 – шпагоут, 3 – фиксация каркаса в сборочном приспособлении, 4 – компенсатор, 5 – заклепка (болт), 6 – балка приспособления.

Рис. 109 Схемы базирования по внешней поверхности обшивки. а – листовая конструкция, б – конструкция из монолитных панелей, в – конструкция с самовспенивающимся наполнителем.

1 – обшивка (панель), 2 – компенсатор, 3 – каркас, 4 – рубильники приспособления, 5 – соединяющий элемент (болт, заклепка, клей), 6 – стрингер.

Рис. 110 Базирование по КФО. 1 – шпангоут, 2 – вилка, 3 – фиксатор, 4 – накладка, 5 – панель, 6 – лента.

Рис. 111 Базирование деталей по ОСБ. а – базирующие болты вставляются в отверстия стыковой гребенки и отверстия стапельной плиты, б – при помощи фиксаторов, в – специальных ответных стыковых узлов.

1 – стыковой узел (гребенка), 2 – обшивка, 3 – элементы каркаса изделия, 4 – базовые поверхности приспособления, 5 – каркас сборочного приспособления.

Рис. 112 Заклепка с сердечником.

Рис. 113 Заклепка с сердечником.

Рис. 114 Заклепка с высоким сопротивлением срезу.

Рис. 115 Стержневая высокопрочная заклепка.

Рис. 116 Болт-заклепка.

Рис. 117 Клепка стержнями узлов и панелей на прессе с ЧПУ.

Рис. 118 Клепка рив-болтом.

Рис. 119 Операции процесса клепки. а – образование отверстия, б – образование гнезда под головку потайной заклепки, в – вставка заклепки в отверстие, г – образование замыкающей головки, д – снятие излишнего материала, е – контроль заклепки.

Рис. 120 Методы клепки.

Рис. 121 Клепальные пресса.

Рис. 122 Пресс для автоматической клепки.

Рис. 123 Контроль заклепочных соединений.

Рис. 124 Контроль герметичности.

Рис. 125 Течеискатель.

Рис. 126 Контроль герметичности фюзеляжа. 1 – влагоотделитель, 2 – химический влагоотделитель, 3 – индикатор влажности, 4 – фильтры, 5 – вариометр, 6 – предохранительный клапан, 7 – часы, 8 – сигнализаторы давления, 9 – предохранительный сигнальный клапан, 10 – самописец давления, 11 – кран, 12 – автоматический сигнализатор давления, 13 – акустический течеискатель.

Рис. 127 Схемы изготовления сотового наполнителя из металла (растяжением и наращиванием).

Рис. 128 Трехслойная конструкция с наполнителем из пенопласта. 1 – основание, 2 – ограничительная стенка, 3 – крышка, 4 – плита, 5 – плоские нагревательные элементы, 6 – трубчатые нагревательные элементы, 7 – струбцина, 8 – прокладка из асбеста, 9 – каркас руля.

Рис. 129 Схема электрической сварочной машины для точечной электросварки. 1 и 2 – электроды, 3 – система управления электродом, 4 и 5 – кулачки, 6 – привод синхронизатора, 7 – прерыватель тока, 8 – трансформатор, 9 – свариваемые детали, 10 – педаль управления.

Рис. 130 Разновидности методов намотки.

Рис. 131 Схема пропитки под давлением.

Рис. 132 Монтажные зазоры в элементах тяговых устройств. 1 – тяга, 2 – головка заклепки, 3 – ролик, 4 – качалка, 5 – ухо качалки.

Рис. 133 Схема замера усилий трений в системе управления рулем направления.

Рис. 134 Схема приспособления для проверки соосности тяг.

Рис. 135 Схема двигателя ПС 90А.

Рис. 136 Схема стыковки агрегатов планера самолетов ИЛ - 86.

6. Вопросы для самопроверки

- Часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства называется:

- Производство, характеризуемое изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями называется:

- Классификационная категория производства, выделяемая по признаку применяемого метода изготовления изделия называется:

- Все ли виды точности обработки приведены ниже: точность размеров, точность формы поверхностей, точность взаимного расположения поверхностей?

- Перечислите виды операций.

- Предметы труда одного наименования и типоразмера, запускаемые в обработку в течение определенного интервала времени, при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию называется:

- Регламентированное использование производственной мощности нескольких предприятий или подразделений предприятия для участия в изготовлении определенных изделий называется:

- Совокупность производственных участков называется:

- Шаблон ... предназначен для:

конструктивной и геометрической увязки деталей, расположенных в плоскости данного узла; изготовление и увязка узлового комплекта шаблонов необходимого для изготовления деталей, составляющих данный узел.

Какой из шаблонов соответствует данному определению?

- Продолжите перечисление групп технологических процессов, входящих в подкласс формообразования: разделение и удаление излишнего материала, холодное деформирование, горячее деформирование и ...

- Определение "...местный пластический изгиб вращающейся заготовки давилником, который вручную или механически перемещается в плоскости оси вращения оправки..." соответствует определению какого частного ТП холодного деформирования?

- Для какого класса КТК характерно использование как процессов разделения и удаления излишнего материала, так и процессов холодного деформирования?

- По какому классу КТК изготавливаются детали из неметаллов?
- Какому классу КТК соответствует ниже приведенная схема ТП: "... , раскрой, ... , термообработка, деформирование, размерное травление и т.д. "?
 - Можно ли нервюру, получаемую из листовой заготовки, изготовить по второму классу КТК ?

• Какой детали соответствует данная схема технологического процесса (изготовления деталей из листов, профилированных плит, профилей и тонкостенных труб холодным деформированием):

- Для деталей из упрочняемых термообработкой материалов (30ХГСА),
- Полуфабрикат ,
- Раскрой полуфабриката на заготовки ,
- Доработка-правка ,
- Деформирование (формообразование) ,
- Термообработка-закалка ,
- Доработка-доводка формы и размеров ,
- Процессы образования покрытий ,
- Готовые детали.

• При изготовлении деталей ЛА используются планы обработки КТК : А-первый класс, В-второй класс, С-третий класс, Д- четвертый класс, Е-пятый класс.

Покажите, какие из ниже перечисленных деталей:

- Штоки из толстостенных труб ,
- Цилиндры из поковки ,
- Обшивки из прессованных плит ,

-можно изготовить по соответствующим классам (для всех трех деталей):

- В – а; В – б; С – в; 2) А – а; В – б; С – в; 3) В – а; А – б; А – в.

• Все ли приведенные группы технологических процессов, входящих в подкласс формообразования ,перечислены ниже : - Литье , - Горячее деформирование .

• Относится ли упруго-пластический изгиб под действием внешних нагрузок листовой, профильной или трубчатой заготовки к процессу гибки ?

• Что из перечисленного ниже можно отнести к методам сборки?

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| сборка по базовой детали | сборка по полной взаимозаменяемости |
| смешанная схема сборки | базирование по КФО. |

• Для какого способа базирования расчет погрешности производится по следующей формуле $\Delta H = \Delta H_k + \Delta b_1 + \Delta b_2 + C_i$?

• Что можно проконтролировать данными способами:

- комплексный (расчетно-механический);
- автоматический;
- оптико-механический ?

• Какой метод уравновешенности рекомендуется применять, когда происходит смещение центра тяжести, т.е.при неуравновешенности сил ?

• Какую из схем сборки вы рекомендовали бы использовать :

- подбор лопаток по тангенциальному люфту ;
- расположение в произвольном порядке по пазам диска ;
- шлифование торцов лопаток по наружному диаметру ротора.

- 2 а) расположение по пазам диска а произвольном порядке ;
 б) шлифование торцов лопаток по наружному диаметру ротора;
 в) подбор лопаток по тангенциальному люфту .

- 3 а) шлифование торцов лопаток по наружному диаметру ротора;
 б) подбор лопаток по тангенциальным люфтам ;
 в) расположение лопаток по пазам диска .

• Методы сборки ЛА: по разметке, в сборочных приспособлениях по сборочным отверстиям. Какой метод здесь не указан?

• Какая из операций сборки клепкой здесь не указана:

- образование отверстия;
- доводка отверстия;
- образование гнезда под головку заклепки;
- вставка заклепки;
- образование замыкающей головки;
- снятие излишнего материала?

• Перечислите методы образования замыкающей головки заклепки?

• Перечислите основные способы изготовления сотового заполнителя из металла.

• Какой метод уравнивания применятся, когда происходит смещение центра тяжести?

• Определить тип производства (мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное), если число операций - 660 , количество рабочих мест - 80.

• Определите количество переналадок оборудования, если подготовительно-заключительное время - 300 штучное время на выполнения операций - 60 годовая программа выпуска - 50 (коэффициенты потери времени условно примем за единицу).

• Определите производственный цикл, если количество рабочих мест – 6, годовая программа - 50, календарный отрезок времени – 500.

• Определите комплексный показатель технологичности, если их частные показатели равны: $K_1 = 0,7$; $K_2 = 0,6$; $K_3 = 0,8$, и соответственно коэффициенты экономической весомости равны $K_{1э} = 0,4$; $K_{2э} = 0,3$; $K_{3э} = 0,3$

• Определите коэффициент запаса точности, если $\omega = 0,22$, $\delta = 0,2$ $K_c(t) = 0,1$, $K_p(t) = 0,7$

• Определите координату середины поля допуска, если допуск $+0,3$
 $-0,2$

• Определите допуск на величину весового момента при подборе лопаток, если $\Delta_0 = 10$, $\Delta_1 = 12$, $\Delta_2 = 16$, $\Delta' = 24$

Определить величину максимально возможной неуравновешенности, если :

$\Delta_1 = 10 * 10^{-4}$ н*м; $\Delta_2 = 5 * 10^{-4}$ н*м; $\Delta_0 = 15 * 10^{-4}$ н*м

• Определите разность весовых моментов переставляемых лопаток (противоположно лежащих) для устранения неуравновешенности, равной 6 Нм.

• Определите неточность квадранта (в градусах), если 1-й отсчет - +2 град.,
 2-й отсчет - -1 град.

• Какие документы относятся к базовой исходной информации для разработки технологического процесса [А], а какие к справочной [В]:

а. Конструкторская документация; б. Каталоги; в. Паспорта.

1. [А]- а,б; [В]- в; 2. [А]- б; [В]- а,в; 3. [А]- а; [В]- б,в; 4. Другому сочетанию.

• Ключевые слова "...преобразование плоской заготовки из листового материала в полую деталь..." соответствуют определению:

1. Гибки; 2. Обтяжки; 3. Выдавливанию; 4. Здесь не указанному.

• Приведенный ниже план обработки:

а. Черновая обработка;	ж. Термообработка;
б. Чистовая обработка;	з. Доводка рабочих поверхностей;
в. Термообработка;	и. Промывка;
г. Окончательная обработка;	к. Пассивирование;
д. Контроль;	л. Окончательный контроль;
е. Промывка;	

- соответствует обработке какой детали:

1. Лопатка компрессора; 2. Диск; 3. Нет правильного ответа.

• Состав цехов и служб предприятия с указанием связи между ними - называется:

1. Производственным процессом; 2. Производственной структурой;
3. Технологическим процессом; 4. Нет правильного ответа.

• Какие частные технологические процессы можно отнести к процессу формования:

1. Выдавливание с утонением; 2. Гибка; 3. Дорнирование; 4. Правильный ответ отсутствует.

• Приведенный ниже план обработки:

наружная обработка хвостовика; получение внутренних каналов; доводка пера; промывка; нанесение покрытий; сборка с дефлектором; окончательный контроль, соответствует обработке какой детали?

1. Лопатка компрессора; 2. Рабочая лопатка турбины;
3. Сопловая лопатка турбины; 4. Нет правильного ответа.

• Ключевые слова "...процесс при котором взаимное расположение собираемых деталей определяется положением имеющихся на них сборочных отверстий..." - можно отнести к определению сборки:

1. По координатно-фиксирующим отверстиям;
2. По разметке;
3. По СО;
4. При сборке в приспособлении;
5. Нет правильного ответа.

• Динамическая неуравновешенность составляет 0.2 Н*м. Угол между переставляемыми лопатками (лежащими симметрично перпендикулярно к неуравновешенности) составляет 60 градусов. Какие пары лопаток необходимо переставить, чтобы устранить неуравновешенность?

1. 2.86 и 2.76; 2. 2.86 и 2.66; 3. 2.86 и 2.46; 4. Нет правильного ответа.

• Каким толщиномером можно определить толщину детали из неметаллов (органическое остекление):

1. ЦНК-30; 2. МИП-10; 3. МТ-41НЦ; 4. ЦТ-31МЦ; 5. Нет правильного ответа.

• Что представлено на рис. 3

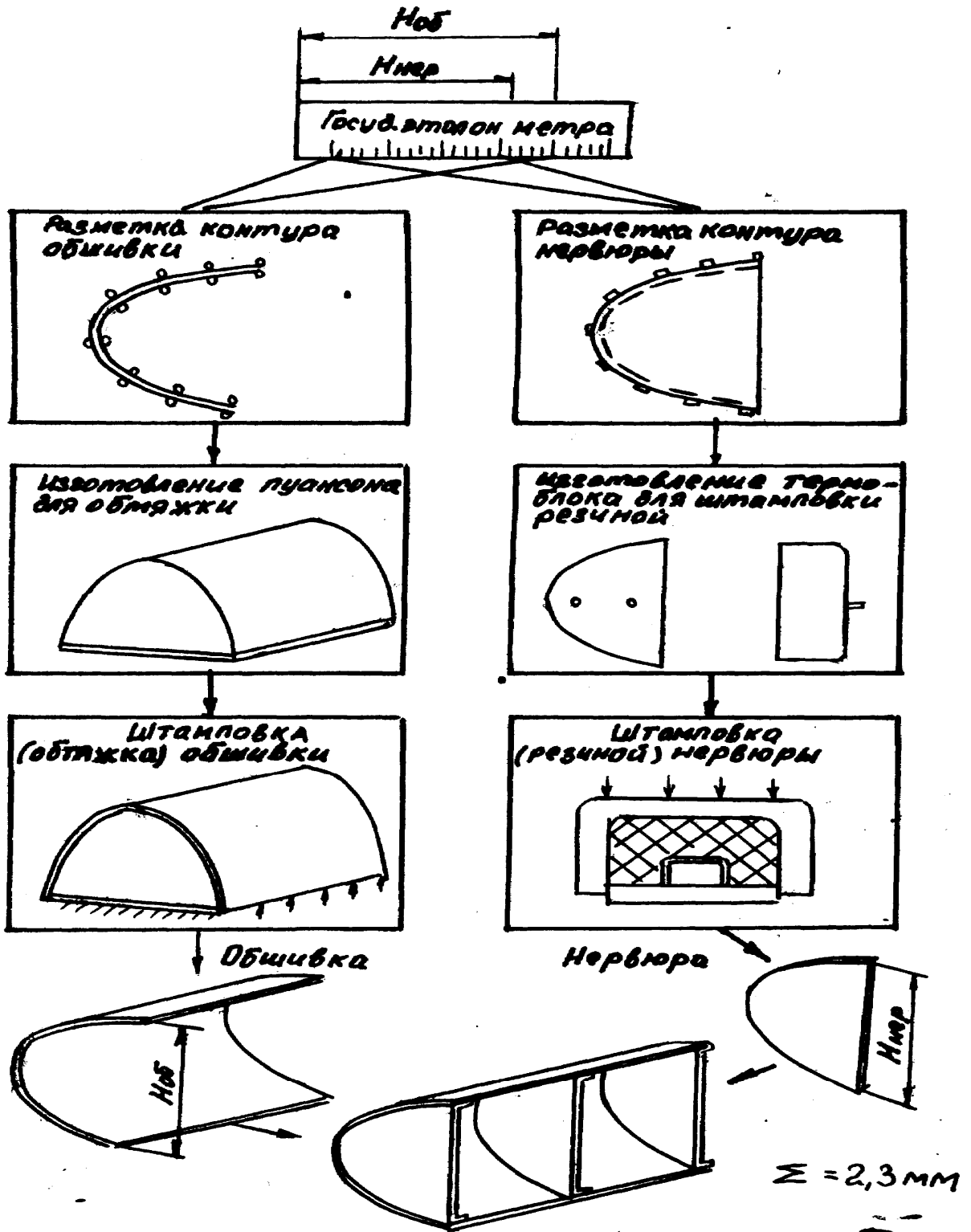


Рис. 3

- Что представлено на рис. 4

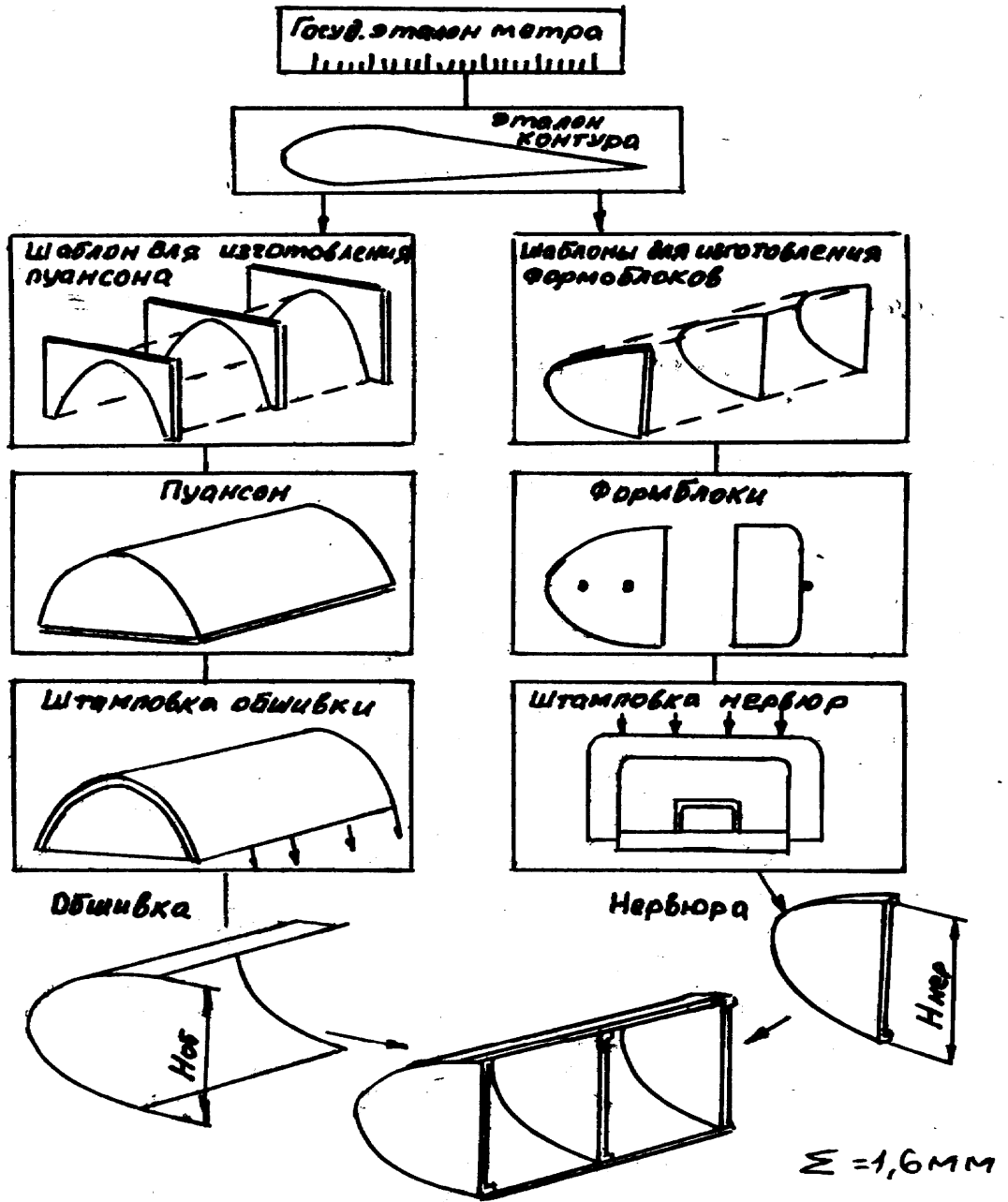


Рис. 4

- Что представлено на рис. 5

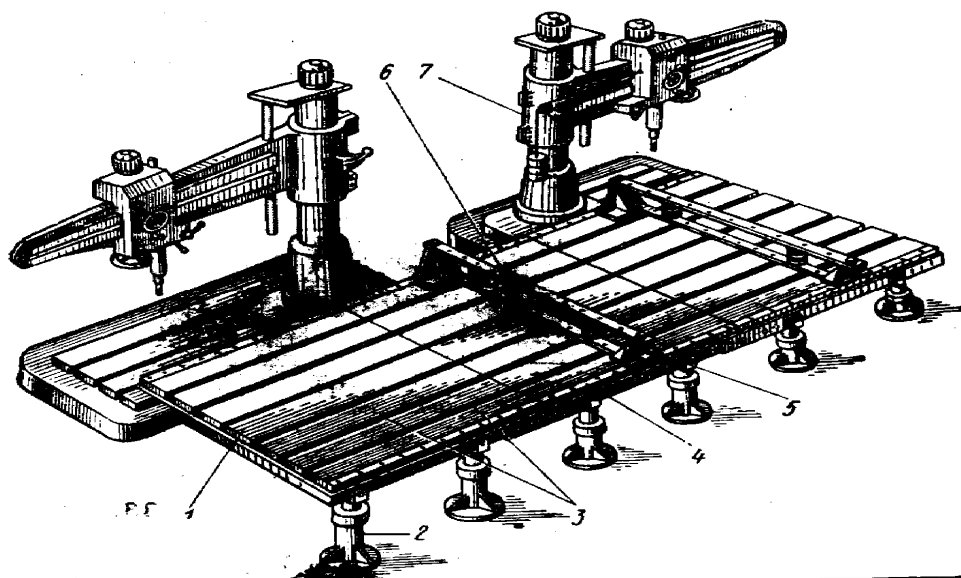


Рис. 5

- Что представлено на рис. 6

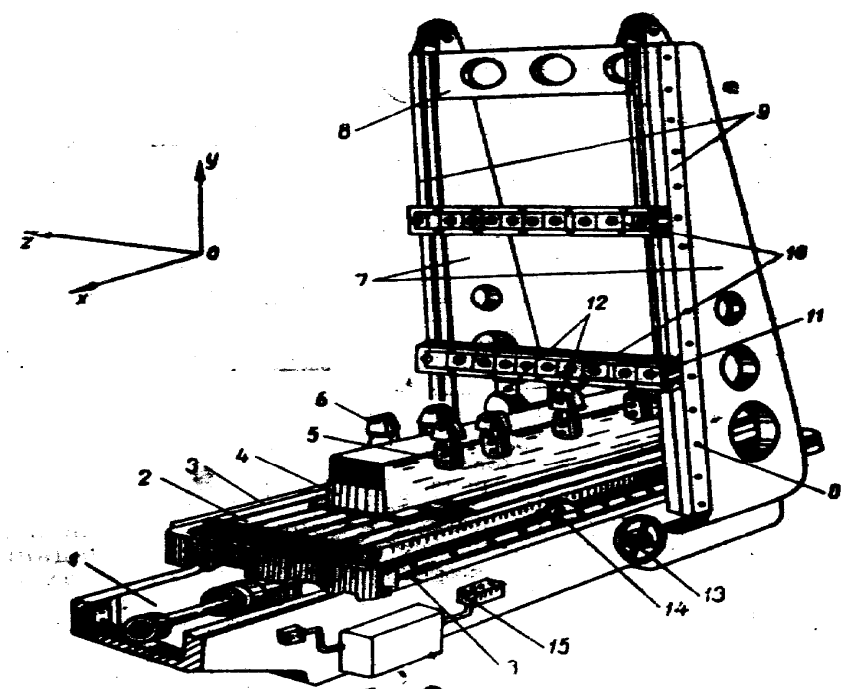


Рис. 6

ТЕМА150: ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

1. Можно ли судить о качестве настройки станка или соответствии размерного инструмента заданному значению по величине: $|\bar{X}_{ср} - X_{бср}|$?
2. При $W > 6$ часть площади под кривой распределения, выходящей за пределы поля допуска, будет ли соответствовать вероятному проценту годных деталей ?
3. Позволяет ли метод кривых распределения, определить вероятный процент годных деталей или вероятный процент брака ?
4. Можно ли толщиномером МТ-41НЦ измерить толщину неферромагнитных покрытий на ферромагнитной основе ?
5. Можно ли толщиномером МИП-10 измерить толщину хромового покрытия на стальных деталях ?
6. Если $K_t > 1$, то можно ли говорить что данный технологический процесс обеспечивает заданную точность ?
7. "Измерение деталей анализируемой совокупности, вычисление характеристик распределения, построение практических кривых распределения, анализ кривых и характеристик распределения, выбор на этой основе теоретического закона распределения анализируемой совокупности".
Все ли этапы статистического метода точности ТП представ лены выше ?
8. При $N = 50...100$ $K = 7...11$
при $N \geq 100$ $K = 5...7$ Правильно ли указано количество выбранных разрядов ?
9. "Практическая кривая распределения служит для первой приближенной оценки точности процесса, оценки частоты эксперимента и правильности обработки результатов измерений, а так же для решения вопроса о выборе теоретического закона распределения". Верно ли это утверждение?
10. Если коэффициент запаса точности- 0.5, получается отрицательным, то можно ли говорить о наличии запаса точности данного технологического процесса ?
11. Коэффициент точности вычисляется по формуле:

$$1) K_t = W/\sigma \quad 2) W = L(Y) * G \quad 3) W = \delta\sigma \quad 4) K_c(t) = \bar{\Delta t}/G \quad 5) K_c(t) = \Delta t/\delta \quad ?$$

12. Уравнение для увязки масштабов:

$$1) M_n = M_э * c * N/\sigma \quad 2) \Delta(t) = |\bar{X}(t) - X_{бср}| \quad 3) Z = \delta/2\sigma \quad ?$$

13. По какой формуле вычисляют среднее квадратическое отклонение:

$$1) \bar{X}_{ср} = \frac{X_1 * n_1 + X_2 * n_2 + \dots + X_k * n_k}{N}$$

$$2) \sigma = \sqrt{\left(\frac{(X_i - \bar{X}_{ср})^2 * n_i}{N} \right)} \quad 3) \omega_p = \delta\sigma$$

14. Коэффициент запаса точности вычисляется по формуле:

$$1) K_c(t) = \bar{\Delta t} / \delta \quad 2) K_3(t) = 0,5 - K_C(t) - 0,5 * K_P(t) \quad 3) K_T = W / \delta \quad ?$$

15. В каких координатах представляется практическая кривая распределения:

$$1) X_i; n_i \quad 2) X_i; \sigma \quad 3) \sigma; n_i / N$$

16. Что можно отнести к элементам технологического процесса:

1) массовое производство 2) технологический переход 3) обслуживающий процесс ?

17. Поле рассеивания определяется по формуле:

$$1) W = X_{\max} - X_{\min} \quad 2) W_p = 6\sigma \quad 3) W_n = 2|X_{\text{ср}} - X_{\text{бср}}| \quad ?$$

18. Суммарная погрешность вычисляется по формуле:

$$a) P\% = (0.5 - \Phi'(Z)) * 100 \quad б) W_z = W_n + W_p \quad в) W_z = 2 * |X_{\text{ср}} - X_{\text{бср}}| + 6\sigma \quad ?$$

1) а, б 2) а, в 3) б, в

19. По какому уравнению можно определить " %" годных деталей :

$$1) P\% = 2 * \Phi'(z) * 100 \quad 2) P\% = (0.5 - \Phi'(z)) * 100 \quad ?$$

20. Каким толщиномером можно определить толщину детали из неметаллов (органическое остекление) ?

1) ЦНК-30 2) МИП-10 3) МТ-41НЦ 4) УТ-31МЦ 5) Здесь не указанным?

ТЕМА 73: ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.

При изготовлении деталей ЛА используются планы обработки КТК: А-первый класс, В-второй класс, С-третий класс, Д- четвертый класс, Е-пятый класс.

Покажите ,какие из ниже перечисленных деталей :

1. а) Нервюры из листовой заготовки ,

б) Нервюры из неточных штамповок ,

в) Монолитные панели из прессованных плит ,

-можно изготовить по соответствующим классам (для всех трех деталей):

1) А-а ,Д-б ,С-в 2) В-а ,С-б ,Д-в

3) А-а ,В-б ,С-в 4) С-а ,В-б ,А-в

2. а) Стрингеры из листовой заготовки ,

б) Обшивки из катанных плит ,

в) Законцовки крыльев из композиционных материалов ,

-можно изготовить по соответствующим классам (для всех трех деталей):

1) В-а ,С-б ,Е-в , 2) С-а ,В-б ,Д-в, 3) А-а ,С-б ,Е-в

3. а) Обшивки из катанных плит ,

б) Полки лонжеронов из точных штамповок ,

в) Фермы из тонкостенных труб ,

-можно изготовить по соответствующим классам (для всех трех деталей):

1) С-а ,Д-б ,А-в 2) С-а ,С-б ,В-в

3) Д-а ,Д-б ,Е-в 4) Д-а ,С-б ,В-в

4. а) Монолитные панели из прессованных полос ,

б) Вилки из неточных штамповок ,

в) Шпангоуты из точных штамповок ,

-можно изготовить по соответствующим классам (для всех трех деталей):

1) В-а ,В-б ,Д-в 2) А-а ,В-б ,С-в 3) А-а ,В-б ,Д-в 4) С-а ,Е-б ,Д-в

5. а) Силовые узлы из точных штамповок ,
 б) Вилки из неточных штамповок ,
 в) Монолитные панели из пресованных полос ,
 -можно изготовить по соответствующим классам (для всех трех деталей):
 1) Д-а ,В-б ,С-в 2) В-а ,Д-б ,С-в 3) С-а ,В-б ,Д-в 4) Д-а ,В-б ,Д-в

ТЕМА 170 :СБОРКА ГТД .

- Какую из схем сборки вы рекомендовали бы использовать:
 - а) подбор лопаток по тангенциальному люфту; б) расположение в произвольном порядке по пазам диска; в) шлифование торцов лопаток по наружному диаметру ротора.
 - а) расположение по пазам диска а произвольном порядке; б) шлифование торцов лопаток по наружному диаметру ротора; в) подбор лопаток по тангенциальному люфту .
 - а) шлифование торцов лопаток по наружному диаметру ротора; б) подбор лопаток по тангенциальным люфтам ; в) расположение лопаток по пазам диска .
- После подбора лопаток по люфтам их располагают по пазам диска :
 - в произвольном порядке 2)по весовому моменту
- При расстановке лопаток в пазы диска турбины лопатки устанавли-ваются :
 - первая в первый паз, вторая в противоположный паз
 - первая в первый паз, вторая - в соседний
- "Δ"-это:
 - разброс величины весового момента, 2)максимально возможная неуравновешенность,
 - максимальная неуравновешенность, допустимая при динамической балансировке данного ротора.
- Для определения допуска на подбор лопаток по весовому моменту пользуются формулой :

$$1) \pm \frac{\Delta' - \Delta_0}{2} ; \quad 2) F = \frac{\Delta}{g} * \left(\frac{\pi}{30} \right)^2$$
- Определить допуск на подбор лопаток по весовому моменту, если:

$$\Delta_0 = 20^{-4} * 10 \text{ н}^* \text{м} , \Delta' = 40^{-4} * 10 \text{ н}^* \text{м} , \Delta_1 = 30^{-4} * 10 \text{ н}^* \text{м}$$
 - $\pm 5 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$, 2) $\pm 10 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$, 3) $\pm 15 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$, 4) $\pm 25 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$
- Достаточно ли исходных данных для определения величины максимально возможной неуравновешенности ,если заданы : "Δ₀" и "Δ₂" ?
- Для определения "Δ₂" нужно ли знать величину точности подбора лопаток по весу ?
- Определить величину максимально возможной неуравновешенности, если:

$$\Delta_1 = 10 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м} , \Delta_2 = 5 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м} , \Delta_0 = 15 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$$
 - $\Delta = 35 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$, 2) $\Delta = 30 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$, 3) $\Delta = 25 * 10^{-4} \text{ н}^* \text{м}$
- Дано значение :F_{оп} = 15000н, R_{оп} = 10000н. В каком режиме работает турбина?
 - резонансном 2) нерезонансном
- Предусмотрено ли схемой сборки подбор лопаток по тангенциальным люфтам ?
- Оказывает ли влияние на неуравновешенность тангенциальный люфт лопаток ?
- Можно ли комплектовать диски лопатками по весовому моменту ?
- Можно ли комплектовать диски лопатками по весу ? (для данного диска)
- Проводится ли шлифование торцов лопаток по наружному диаметру ротора ?
- Проводится ли статическая балансировка укомплектованных дисков турбины ?
- Предусмотрен ли схемой сборки подбор лопаток по радиальным люфтам ?

18. Правильно ли записана величина максимально возможной неуравновешенности:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_0 ?$$

19 Соответствует ли данное условие " $F_{оп} \geq 0.35 \cdot P_{оп}$ " динамическому уравниванию ротора ?

20 Правильно ли записана формула определения максимальной центробежной силы, приложенной в плоскости дисбаланса, если размерность $n=1/\text{сек}$:

$$F = \frac{\Delta}{q} * \left(\frac{\pi n^2}{30} \right) ?$$

ТЕМА 180: СБОРКА АТ

1 Можно ли процессы сборки отнести к технологическим процессам

2 Что из ниже перечисленных можно отнести к методам сборки

1) сборка по кфо. 2) сборка по внутренней стороне обшивки. 3) сборка по каркасу

3 Какая из ниже перечисленных формул определения погрешности используется при сборке по СО:

$$1) \Delta N_x = \Delta b_1 + \Delta N_1 + \Delta d N_2 + \Delta d N_3 + \Delta d b_2 + 4 \cdot \Delta Z + C_i$$

$$2) \Delta N_x = \Delta N_{п} + \Delta b_1 + \Delta b_2 + (\Delta N' + \Delta N'' c) + C_i$$

$$3) \Delta N_x = \Delta b_1 + \Delta N_1 + \Delta N_{кфоп} + \Delta d N_2 + \Delta b_2 + 4 \Delta Z + C_i$$

4. Процесс при котором взаимное расположение деталей, входящих в узел, определяется непосредственно измерением расстояния между ними и по рискам. Данное определение соответствует какому методу.

1) сборка по базовой детали, 2) сборка по разметке, 3) сборка по СО, 4) сборка в сборочных приспособлениях.

5 Для обеспечения заданной точности применяются следующие методы: полной взаимозаменяемости, подбора, компенсации, регулировки. Все ли методы перечислены?

6 Для допуска ± 0.2 $\Delta = 0$ - координата середины поля допуска?

7. Для допуска $+ 0.1$ $\underline{b} = 0.1$?

8. Для допуска $+0.1$ $\underline{b} = 0.2$?
 $+0.3$

9 Для допуска $+0.3$ $\Delta = 0.2$?
 $+0.1$

10. Для допуска $+0.4$ $\Delta = 0.2$?

11 Для допуска -0.2 $\Delta = -0.1$?

12 Правильно ли записана формула определения $V''_{\Sigma \max} = V_{\Sigma} + \Delta_{\Sigma} + \delta_{\Sigma}$?

13 Правильно ли записана формула определения

$$V''_{\max} = \sum_{1}^m V_i \max - \sum_{m+1}^{n-1} V_i \max ?$$

14. Правильно ли дано определение сборки по СО - процесс при котором взаимное расположение собираемых деталей определяется положением имеющихся на них сборочных отверстий.

15. Для допуска -0.2 $\underline{b} = -0.2$?
 -0.6

16. Правильно ли записана формула определения координат середины поля допуска замыкающего звена?

$$\Delta = \sum_{1}^m \Delta_i - \sum_{1}^{n-1} \Delta_i$$

17. Для допуска -0.2 $\underline{\delta} = -0.55$?
 -0.6

18. Формула $V_{\Sigma} + \Delta_{\Sigma} + \delta_{\Sigma}$ позволяет определить:

1) максимальное значение замыкающего звена 2) минимальное значение замыкающего звена?

ТЕМА 190: РЕГУЛИРОВКА И МОНТАЖ АВТОМАТА ПЕРЕКОСА ВЕРТОЛЕТА

1. Основная задача автомата перекоса:

1. Изменение величины и направления равнодействующей сил давления и трения на поверхности лопастей НВ путём соответствующего изменения угла скоса потока.

2. Изменение величины и направления равнодействующей аэродинамических сил НВ (тяги НВ) путём соответствующего изменения углов установки лопастей.

3. Изменение величины и направления силы аэродинамического сопротивления лопастей НВ путём соответствующего изменения величины индуктивного сопротивления лопастей НВ.

4. Перераспределение перепада давлений на верхней и нижней поверхностях лопасти НВ путём пропорционального изменения крейсерского шага лопастей.

2. Изменение равнодействующей сил давления и трения на поверхности лопастей НВ по величине осуществляется следующим образом:

1. Одновременное изменение углов установки у всех трёх лопастей на одну и ту же величину (общий шаг).

2. Последовательное изменение углов установки у всех трёх лопастей на одну и ту же величину.

3. Изменение углов установки каждой из лопастей в зависимости от величины её окружной скорости.

4. Перераспределение перепада давлений на нижней и верхней сторонах лопастей путём изменения циклического шага лопастей.

3. Изменение равнодействующей сил давления и трения на поверхности лопастей НВ по направлению осуществляется следующим образом:

1. Одновременное изменение углов установки у всех трёх лопастей на одну и ту же величину (общий шаг).

2. Последовательное изменение углов установки у всех трёх лопастей на одну и ту же величину.

3. Изменение углов установки каждой из лопастей в зависимости от величины её окружной скорости.

4. Циклическое (периодическое) изменение углов установки у всех трёх лопастей (циклический шаг).

4. При движении рычага "шаг - газ" вверх - вниз изменяется:

1. Циклический шаг лопастей.

2. Общий шаг лопастей.

3. Окружной шаг лопастей.

4. Крейсерский шаг лопастей.

5. При воздействии на ручку управления вертолётном (вперёд, назад, вправо, влево) изменяется:

1. Крейсерский шаг лопастей.

2. Общий шаг лопастей.

3. Циклический шаг лопастей.

4. Окружной шаг лопастей.

6. Разработчиком автомата перекоса является:

1. Миль М.Л.

2. Камов А.М.

3. Братухин И.А.

4. Юрьев Б.Н.

5. Котельников А.К.

6. Гроховский Е.Т.

7. Принцип управления автоматом перекоса.

1. Механический. 2. Автоматический. 3. Аэродинамический. 4. Принудительный.
8. Способ управления автоматом перекоса.
1. Педалями из кабины пилота.
 2. Ручкой управления из кабины пилота.
 3. Тумблерами на приборной доске в кабине пилота.
 4. Встроенной автоматической системой управления.
9. Управление взлётом и посадкой вертолётa.
1. Изменение циклического шага лопастей перемещением ручки управления на себя - от себя и одновременное увеличение или уменьшение оборотов двигателя.
 2. Изменение крейсерского шага лопастей перемещением ручки управления вправо - влево и одновременное увеличение или уменьшение оборотов двигателя.
 3. Изменение общего шага лопастей перемещением ручки шаг-газ и одновременное увеличение или уменьшение оборотов двигателя.
 4. Изменение окружного шага лопастей перемещением ручки шаг-газ и одновременное увеличение или уменьшение оборотов двигателя.
10. Изменение направления горизонтального полёта происходит при выполнении следующих действий:
1. Воздействие на ручку управления вертолётom.
 2. Воздействие на ручку шаг - газ.
 3. Воздействие на педали управления вертолётom.
 4. Одновременное воздействие на ручку управления вертолётom и ручку шаг - газ.
11. Применяемая для автомата перекоса смазка:
1. ЦИАТИМ - 19.
 2. МЛ - 20.
 3. ЦИАТИМ - 201.
 4. НС - 15.
12. Точность установки плиты на столе в горизонтальном положении:
1. ± 1.1 градуса.
 2. ± 0.5 градуса.
 3. ± 2.5 градуса.
 4. ± 2.0 градуса.
13. При смазке тяги поворота лопастей смазывается:
1. Внутренняя полость тяги.
 2. Наружная полость тяги.
 3. Внутренняя и наружная полости тяги.
 4. Смазка тяг поворота лопастей производится только при выполнении капитального ремонта вертолётa.
14. Контровка болтовых соединений производится с целью:
1. Предотвращение чрезмерного завинчивания соединения.
 2. Предотвращение развинчивания соединения.
 3. Предотвращение завинчивания и развинчивания соединения.
15. При смазке пальца поводка смазывается:
1. Внутренняя полость пальца.
 2. Наружная полость пальца.
 3. Внутренняя и наружная полости пальца.
 4. Смазка пальца поводка производится только при выполнении капитального ремонта вертолётa.
16. При смазке противообледенительного коллектора маслом МС-20 смазывается:
1. Внутренняя кромка коллектора.
 2. Наружная кромка коллектора.
 3. Внутренняя и наружная кромки коллектора.
17. Палец тяги поворота лопастей смазывается следующим типом смазки:
1. МС-20.
 2. НС-20.
 3. ЦИАТИМ-201.
 4. ЦИАТИМ-19.

18. При углах наклона тарелки автомата перекоса +4 градуса 20 минут зазор между тарелкой и головкой механизма должен быть не менее: 1. 1.5 мм. 2. 0.8 мм. 3. 4.0 мм. 4. 3.0 мм.
- 19 Все риски и надписи на детали автомата перекоса наносятся:
1. Карандашом.
 2. Смываемой краской.
 3. Острым режущим предметом.
 4. Тушью.
- 20 Назначение пакета пружин, устанавливаемого на ползуне:
1. Уменьшение нагрузки на главный редуктор.
 2. Уменьшение нагрузки на промежуточный редуктор.
 3. Уменьшение нагрузки на ручку шаг - газ.
 4. Уменьшение нагрузки на ручку управления.

ТЕМА 191: РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА ХВОСТОВОГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА

1. Назначение РВ.
 1. Парирование момента инерции НВ и управление вертолётom по тангажу.
 2. Парирование момента крена вертолётa и управление по реверсу тяги НВ вертолётa.
 3. Парирование реактивного момента НВ и путевое управление вертолётom.
2. Условия работы РВ.
 1. Работает в условиях крoсой обдувки, при этом скорость потока, набегающего на каждую лопасть, и силы, действующие на все, изменяются в течение одного оборота РВ.
 2. Работает в условиях крoсой обдувки, при этом скорость потока, набегающего на каждую лопасть, и силы, действующие на все, не изменяются в течение одного оборота РВ.
3. Привод РВ.
 1. РВ приводится во вращение промежуточным редуктором верхних створок грузового отсека через многоступенчатую зубчатую передачу, возвратно - поступательный коническо - цилиндрический редуктор и хвостовую подшипниковую передачу с клёпаным валом, а при отключенном двигателе - через объединённый редуктор РВ и НВ с обратной зубчатой передачей и коническую трансмиссию левого вала НВ с обратной связью.
 2. РВ приводится во вращение двигателем вертолётa через главный вал, верхний редуктор и хвостовую трансмиссию, а при отключенном двигателе - от НВ через верхний редуктор и хвостовую трансмиссию.
4. Управление РВ.
 1. Переключение углов установки лопастей винта производится механически из кабины пилотов ручными педалями, кинематически связанными с лопастями РВ.
 2. Переключение углов установки лопастей РВ производится механически из кабины лётчиков ножными педалями, кинематически связанными со штоком хвостового редуктора.
5. Причины разрушения, появления трещин основного материала оковок или щёк лопасти.
 1. Износ при воздействии абразивных частиц, кислотнo-щелочных сред, выполнении резких, некоординированных разворотов.
 2. Отсутствие слоя защитной смазки по всей поверхности лопасти, неправильный выбор радиуса закругления передней кромки при ремонте.
 3. Усталость материала, неправильный подбор материала, нарушение технологического процесса обработки, нарушение правил эксплуатации (удары посторонними предметами).
 4. Неправильный выбор зазора между пластинчатыми элементами противообледенительной системы циклического действия и передней кромкой лопасти.
6. Причины деформации или изменения веса лопасти.
 1. Отсутствие слоя защитной смазки по всей поверхности лопасти, неправильный выбор радиуса закругления задней кромки при ремонте.

2. Непреднамеренная перекраска лопасти в запрещённый, с точки зрения условий хранения, тип краски.

3. Воздействие частых некоординированных разворотов при попадании в стаю птиц и ударов самих птиц.

4. Воздействие атмосферы и солнечной радиации (разбухание, усыхание, коробление древесины), нарушение технологического процесса обработки, удары посторонними предметами.

7. Причины появления люфта в стакане или щеках лопасти.

1. Нарушение момента затяжки, несоблюдение размеров резьбы, усыхание древесины.

2. Непреднамеренная перекраска лопасти краской, которая способствует проникновению влаги при хранении.

8. Причины срыва оковок лопасти.

1. Резкое маневрирование в бреющем полёте с большой скоростью.

2. Неправильная установка угла скоса РВ при ремонте.

3. Нарушение технологического процесса крепления оковок, механические удары посторонними предметами. Воздействие атмосферы и солнечной радиации на древесину.

9. Причины появления износа, задигов медного покрытия корпуса РВ.

1. Перекос при установке поводка, несоблюдение технологического процесса обработки, нарушение периодичности смазки, попадание абразивных частиц.

2. Неточная фиксация направляющего поводка главной тяги РВ, выполнение ремонта в условиях повышенной влажности или температуры, нанесение неровного слоя защитного покрытия.

10. Причины заедания в корпусе поводка.

1. Неправильный режим смазки, непериодичное выполнение ТО, нарушение технологии сборки.

2. Нарушение условий хранения, консервации и расконсервации, перегрев при воздействии высокой температуры.

3. Воздействие атмосферы и солнечной радиации, нарушение технологического процесса обработки, удары посторонними предметами.

4. Перекос при установке, износ или задиры медного покрытия корпуса, нарушение моментов затяжки шаровых соединений.

11. Причины износа хромового покрытия щёк скобы.

1. Несоблюдение размеров резьбы, усыхание древесины.

2. Перекос при установке поводка, несоблюдение технологического процесса обработки, нарушение периодичности смазки, перегрев.

3. Нарушение момента затяжки, несоблюдение периодичности замены смазки, попадание абразивных частиц.

4. Воздействие атмосферы и солнечной радиации, удары посторонними предметами.

12. Причины появления трещин по пазу или рабочей поверхности стакана.

1. Несоблюдение требований затяжки упорной гайки, отсутствие смазки.

2. Перезатяжка при сборке, нарушение технологического процесса обработки.

13. Причины заедания в скобе стакана.

1. Перекос при установке поводка, несоблюдение технологического процесса обработки, нарушение периодичности смазки, попадание абразивных частиц.

2. Нарушение условий консервации, хранения и расконсервации, длительное воздействие теплового излучения.

3. Несоблюдение требований затяжки упорной гайки, отсутствие смазки.

4. Механические повреждения, абразивное воздействие воздействию атмосферы или рабочих сред.

14. Причины появления заедания, износа, наклёпа тяг и шаровых колец.

1. Нарушение момента затяжки, несоблюдение размеров резьбы, усыхание древесины.

2. Нарушение момента затяжки накидной гайки, нарушение требований притирки деталей, несоблюдение периодичности смазки, попадание абразивных частиц.

15. Причины появления трещин в местах установки болтового кронштейна.

1. Перекос при установке, износ или задиры медного покрытия корпуса, нарушение моментов затяжки шаровых соединений.

2. Перезатяжка при сборке, нарушение технологического процесса обработки.

16. Причины появления трещин и деформаций в накидных гайках.

1. Ошибочный расчёт при определении толщины кромок, перезатяжка при сборке.

2. Воздействие атмосферы и солнечной радиации (разбухание, усыхание, коробление древесины, нарушение технологического процесса обработки, удары посторонними предметами.

17. Причины разрушения, появления трещин, износа шариковых и роликовых подшипников.

1. Неправильная установка подкосов левого заднего вала при проведении профилактических послеремонтных работ.

2. Ошибочный расчёт, перезатяжка при сборке, несоблюдение периодичности смазки.

18. Причины появления трещин у головок, срыва граней под ключ, срыва резьбы болтов, гаек крепления.

1. Перезатяжка, несоблюдение процесса обработки, использование неисправного инструмента, механические повреждения, перекося при сборке.

2. Воздействие атмосферы, солнечной радиации, механические повреждения, изменение веса или деформации лопастей.

19. Причины появления забоин, царапин, рисок, коррозии, нарушения антикоррозионного покрытия всех деталей.

1. Несоблюдение периодичности проверки регулировки, моментов затяжки, величин люфтов.

2. Механические повреждения, абразивное воздействие, воздействие атмосферы или рабочих сред.

20. Причины разрегулировки РВ в сборе.

1. Перекос при установке, износ или задиры медного покрытия корпуса, нарушение моментов затяжки шаровых соединений.

2. Несоблюдение периодичности проверки регулировки, моментов затяжки, величин люфтов.

ТЕМА 8 ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1. Дайте определение технологичности АТ

2. Виды технологичности АТ

3. Факторы влияющие на технологичность АТ

4. Какие существуют оценки технологичности ?

5. Приведите пример качественной оценки технологичности

6. На каких стадиях изготовления АТ реализуются наиболее весомые решения по обеспечению технологичности ?

7. Виды количественной оценки технологичности

8. Приведите пример абсолютной оценки технологичности

9. Приведите пример относительной оценки технологичности

10. На какие группы разделяются количественные показатели технологичности
11. Приведите пример основного показателя технологичности
12. Приведите пример дополнительного показателя технологичности
13. Напишите формулу определения коэффициента точности обработки
14. Приведите пример специфического показателя технологичности
15. Напишите формулу комплексного показателя технологичности
16. Исходя из каких условий выбираются коэффициенты экономической эквивалентности ?
17. Каковы оптимальные значения коэффициента панелирования и чем это вызвано ?
18. Требования технологичности для обеспечения сборки производительными способами
19. Требования технологичности для облегчения монтажных работ
20. Взаимосвязь технологичности, надежности, ресурса и т.д.

ТЕМА 10 ЗАВИСИМЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛА

1. Что понимается под точностью геометрических размеров ?
2. Допуск на ступеньки агрегатов при их стыковки.
3. Допускаемый зазор при стыковке обшивок и панелей.
4. Как проверяется правильность расположения в пространстве агрегатов планера ?
5. Назовите группы (укрупнено) конструкции ЛА, при изготовлении которых используются зависимые методы.
6. Существенные особенности ПШМ.
7. В чем существенное отличие независимых и зависимых методов изготовления ?
8. Основные разновидности зависимых методов изготовления ЛА.
9. Сущность ПШМ.
10. Какие бывают плазы ?
11. Как изготавливается конструктивный плаз ?
12. Благодаря чему реализуется при ПШМ идея единства баз деталей, узлов и агрегатов ЛА.
13. Назовите группы шаблонов по назначению.
14. Дайте определение ШРД, ШВК, ШК, ШКС, ШП и т.д.
15. Какая информация наносится на шаблоны ?
16. Расшифруйте Б24Р5В М 10 .
17. Дайте определение малки.
18. Что обозначает РФ П, БО, СО, НО, ИО и т.д. ?
19. Сущность ЭШМ.
20. Сущность КШМ.
21. Для чего предназначен плаз-кондуктор, инструментальный стенд ?
22. Как изготавливается сборочное приспособление при ЭШМ, КШМ ?
23. Сущность МКАУ.
24. Что представлено на рис. ...альбома иллюстраций ?

Рекомендуемая литература.

N П/п	Авторы	Наименование, издательство, год издания
1	2	3
		Основная литература:
1	Макин Ю.Н. И др.	Основы производства ЛА и АД. Конспект лекций.-М.: РИО МГТУГА, 1996.- 88с.
		Учебно-методическая литература:
2	Ерошкин А.Н.	Исследование точности технологического процесса. МУ.-М.: РИО МГТУГА, 1996.- 24с.
3	Ерошкин А.Н.	Проектирование ТП изготовления деталей с применением ЭВМ. МУ.- М.: РИО МГТУГА, 1990-40с.
4	Ерошкин А.Н. и др.	Сборка и уравнивание роторов ГТД. МУ.- М.: РИО МГТУГА, 1991.- 20с.
5	Ерошкин А.Н. и др.	Сборка авиационных конструкций. МУ.-М.:РИО МГТУГА, 1991.- 24с.
6	Кручинский Г.А.	Регулировка и монтаж автомата перекоса вертолета. МР.- РИО МГТУГА, 1986.- 40с.
7	Ерошкин А.Н.	Основы производства ЛА и АД. МР к практическим занятиям.-М.: РИО МГТУГА,1995.-64с.
8	Ерошкин А.Н.	Технологичность авиационных конструкций.МР. -М.: РИО МГТУГА, 1994.- 16с.
9	Ерошкин А.Н.	Альбом иллюстраций по дисциплине "Основы производства ЛА и АД".- М.: РИО МГТУГА,1996.- 96с.
10	Кручинский Г.А.	Рабочие материалы по дисциплине "Основы производства ЛА и АД" (АСККО, Гарлина).
11	Ерошкин А.Н.	Пособие по ИД Основы производства и ремонта ЛА и АД.- М.: РИО МГТУГА, 2000 – 48 с.
12	Персонов М.З.	Ремонт и испытание рабочих топливных форсунок двигателей. М. РИО МГТУГА. 1986.
		Дополнительная литература:
13	Абибов А.Л.и др.	Технология самолетостроения.- м.: Машиностроение, 1982.- 661с.
14	Сулима А.М. и др.	Основы технологии производства ВРД.- М.: Машиностроение, 1993.- 310с.
15	Никитин А.Н.,Се- ребренников Г.З.	Технология сборки и автоматизация производства ВРД.- М.: Ма- шиностроение, 1992.- 368с.
16	Белянин Н.П	Производство широкофюзеляжных самолетов.- М.: Машиностроение, 1978.- 360с.

1	2	3
		Специальная литература:
17	Барвинок В.А. и др	Основы технологии производства летательных аппаратов. Под ред. А.Г.Братухина -М.: Машиностроение,1995.-400с.
18		Сборочные, монтажные и испытательные процессы в производстве летательных аппаратов.Под ред.В.А.Барвинка.- М.:Машиностроение,1996.-576с.
19		Современные технологические процессы сборки планера самолета. Под ред.Ю.Л.Иванова.-М.:Машиностроение,1999.-304с.
20		Современные технологии авиастроения. Под ред. А.Г.Братухина и Ю.Л.Иванова.-М.:Машиностроение,1999.-832с.
21	Сулима А.М. и др..	Основы технологии производства газотурбинных двигателей.- М.:Машиностроение,1996.-480с.
22		Штамповка, сварка,пайка и термообработка титана и его сплавов в авиастроении/Коллектив авторов.-М.: Машиностроение,1997.-600с.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	С
Введение.....	3
1. Содержание дисциплины.....	4
2. Выполнение контрольной работы.....	4
3. Лабораторные работы (протоколы).....	20
4. Практические работы	24
5. Перечень рисунков к альбому иллюстраций по дисциплине “Основы производства ЛА и АД”.....	25
6. Вопросы для самопроверки.....	30
Приложение 1	37
Рекомендуемая литература.....	47