Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____Козорез Д.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000205585)

Технологическая оснастка

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки Двигатели летательных аппаратов
Квалификация выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Технология производства авиационных ГТД
Форма обучения очная
(очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра ТПАД
Обеспечивающая кафедра ТПАД
Кафедра-разработчик рабочей программы ТПАД

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзаме-нов, час.	Форма промежуточного контроля
7	4	144	26	16	16	50	36	Э
Итого	**4**	**144**	**26**	**16**	**16**	**50**	**36**	

Москва
2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы
Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

Авторы программы:

Бабин С.В. _____

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТПАД _____

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ТПАД

Директор выпускающего филиала СТ

_____ _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Технологическая оснастка является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	В-1(ПКР-10.1)	Владеть методами описания принципов действия и устройства проектируемых изделий описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
2	В-1(ПКР-23.1)	Владеть навыками проектирования технологического оснащения и инструмента
3	В-2(ДПК-5.3)	Владеть навыками правильного выбора метода обработки средств технологического оснащения, отвечающих требованиям по качеству и точности в условиях конкретного производственного участка
4	З-1(ПКР-10.1)	Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
5	З-2(ДПК-5.2)	Знать особенности построения технологического процесса в зависимости от типа производства
6	У-1(ПКР-10.1)	Уметь оставлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
7	У-1(ПКР-23.1)	Уметь разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки
8	У-2(ПКР-10.2)	Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы
9	У-2(ПКР-23.2)	Уметь выполнять обоснованный выбор технологического оснащения рабочих мест в ходе подготовки производства новой продукции.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ДПК-5	Способность разрабатывать технологию изготовления, маршрутные и операционные карты технологических процессов изготовления отдельных деталей и узлов дла
2	ПКР-10	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий

3	ПКР-23	Способен разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки, принимать участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, обеспечивать техническое оснащение рабочих мест, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ДПК-5.2	Обладает знаниями принципов разработки оптимальных технологических процессов изготовления элементов аэрокосмической техники
2	ДПК-5.3	Применяет знания методов технологичесого проектирования для разработки высокоэффективных производственных процессов
3	ПКР-10.1	Составляет описания принципов действия и устройства проектируемых изделий
4	ПКР-10.2	Формулирует основные технические конструктивные показатели проектируемых изделий
5	ПКР-23.1	Разрабатывает технические задания и проектирует специальное технологическое оснащения и инструмент в ходе подготовки производства новой продукции, освоения новых производственных процессов и технологий
6	ПКР-23.2	Принимает участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий
7	ПКР-10.1	Составляет описания принципов действия и устройства проектируемых изделий
8	ПКР-10.2	Формулирует основные технические конструктивные показатели проектируемых изделий
9	ПКР-23.1	Разрабатывает технические задания и проектирует специальное технологическое оснащения и инструмент в ходе подготовки производства новой продукции, освоения новых производственных процессов и технологий
10	ПКР-23.2	Принимает участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Технологическая оснастка является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Метрология, стандартизация и сертификация	Преддипломная практика
2	Технологическая практика	Итоговая гос. аттестация
3	Производственная практика	Автоматизация технологических процессов (Технические средства автоматизации ТП ДЛА)
4	Методы обработки деталей, станки и инструмент	Технология производства АД и ЭУ
5	Теория резания и режущий инструмент	Автоматизированные системы проектирования технологических процессов (PLM-технологии в производстве ДЛА)
6	САПР ДЛА (Применение CAD-систем в проектировании двигателей ЛА)	Технология заготовительного производства (Технология заготовительно-штамповочных работ)
7		Технология ЭХО и ЭФО (Технология электрофизических методов обработки и защитные покрытия)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы), 144 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Технологическая оснастка	Основыные понятия и элементы приспособлений	2	0	4	2	8	144
	Принципы базирования	2	0	4	2	8	
	Погрешности приспособлений	2	4	0	3	9	
	Зажимные механизмы и приводы	6	12	4	10	32	
	Корпуса приспособлений	2	0	0	1	3	
	Делительные и поворотные устройства	2	0	0	1	3	
	Приспособления для токарных станков	2	0	4	2	8	
	Приспособления для сверлильных станков	2	0	0	1	3	
	Фрезерные приспособления	4	0	0	3	7	

	Проектирование ста-ночных приспособле-ний. Основные этапы и методика	2	0	0	1	3	
Всего		**26**	**16**	**16**	**26**	**84**	**144**

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Основыные понятия и элементы приспособлений	2	Введение и основные понятия и определения. Классификация приспособлений..
2	1.2.Принципы базирования	2	Базирование заготовок в приспособлении
3	1.3.Погрешности приспособлений	2	Погрешность приспособлений
4	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Зажимные механизмы. Виды силовых приводов.
5	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Классификация меха-низированных приво-дов. Механические приводы.
6	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Пневмогидравличе-ские, гидравлические, электромеханические, магнитные и вакуум-ные приводы
7	1.5.Корпуса приспособлений	2	Корпуса приспособле-ний,
8	1.6.Делительные и поворотные устройства	2	Делительные и пово-ротные устройства
9	1.7.Приспособления для токарных станков	2	Приспособления для токарных станков
10	1.8.Приспособления для сверлильных станков	2	Приспособления для сверлильных станков
11	1.9.Фрезерные приспособления	2	Фрезерные приспо-собления
12	1.9.Фрезерные приспособления	2	Приспо-собления для много-целевых станков и станков с ЧПУ.
13	1.10.Проектирование ста-ночных приспособле-ний. Основные этапы и методика	2	Проектирование ста-ночных приспособле-ний. Основные этапы и методика.
Итого:		**26**	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Введение и основные понятия и определения. Классификация приспособлений.. (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Цель и задачи дисциплины, ее взаимосвязь с другими дисци-плинами. Роль и значение тех-нологической оснастки в произ-водственном процессе, перспек-тивы ее развития. Назначение приспособлений. Классификация приспособлений по назначению, их применению на различных станках, степени универсальности, виду привода и другим признакам. Классификация элементов при-способлений. Назначение, тре-бования и классификация уста-новочных элементов. Графиче-ское отображение установочных элементов

1.2.1. Базирование заготовок в приспособлении (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Базирование заготовок в приспособлении, правило шести точек. Применение правила шести точек для заготовок различной формы. Принципы базирования.

1.3.1. Погрешность приспособлений (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Погрешности возникающие при базировании заготовки, погреш-ности возникающие при исполь-зовании зажимных устройств. Погрешность установки приспо-соблений на станок

1.4.1. Зажимные механизмы. Виды силовых приводов. (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Назначение, требования и клас-сификация Зажимных механиз-мов. Графическое отображение зажимных механизмов Классификация механизирован-ных приводов. Назначение при-водов приспособлений и основ-ные требования к ним.

1.4.2. Классификация меха-низированных приво-дов. Механические приводы. (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Классификация механизирован-ных приводов. Назначение при-водов приспособлений и основ-ные требования к ним.

1.4.3. Пневмогидравличе-ские, гидравлические, электромеханические, магнитные и вакуум-ные приводы (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Конструктивные исполнения и область наиболее эффективного использования различных при-водов. Выбор и расчет пневма-тического привода. Приводы поршневые и диафрагменные

1.5.1. Корпуса приспособле-ний, (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Назначение корпусов приспо-соблений, требования, предъяв-ляемые к ним. Конструкция, ма-териалы и методы изготовления корпусов. Методы установки приспособлений на станок. Вспомогательные элементы при-способлений.

1.6.1. Делительные и пово-ротные устройства (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Виды поворотных и делитель-ных устройств. Основные требо-вания и область применения по-воротных и делительных устройств.

1.7.1. Приспособления для токарных станков (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Приспособления для токарных станков (патроны, оправки, втулки). Виды и назначение центров.

1.8.1. Приспособления для сверлильных станков (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Виды и назначение кондукторов. Конструкция и виды кондукторных втулок.

1.9.1. Фрезерные приспо-собления (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Приспособления для фрезерова-ния. Конструкция, назначение, область применения. Элементы для позиционирования и кон-троля положения инструмента.

1.9.2. Приспо-собления для много-целевых станков и станков с ЧПУ. (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.10.1. Проектирование ста-ночных приспособле-ний. Основные этапы и методика. (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Исходные данные. Обоснование требуемой точности приспособ-лений. Экономическое обосно-вание разработки. Последова-тельность проектирования при-способлений.

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.3.Погрешности приспособлений	2	Расчет погрешности базирования заготовок деталей в станочных приспособлениях

2	1.3.Погрешности приспособлений	2	Расчет точности станочного при-способления
3	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Расчет потребного усилия зажи-ма заготовки в приспособлении
4	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Расчет станочных приспособле-ний с рычажными и винтовыми зажимами
5	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Расчет станочных приспособле-ний с эксцентриковыми приво-дами зажимных устройств
6	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Расчет станочных приспособле-ний с гидропластовыми зажим-ными устройствами
7	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Расчет станочных приспособле-ний с гидравлическими привода-ми зажимных устройств
8	1.4.Зажимные механизмы и приводы	2	Расчет станочных приспособле-ний с пневмогидравлическими приводами зажимных устройств
Итого:		**16**	

3.4. Содержание практических занятий

1.3.1. Расчет погрешности базирования заготовок деталей в станочных приспособлениях (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

1.3.2. Расчет точности станочного при-способления (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

1.4.1. Расчет потребного усилия зажи-ма заготовки в приспособлении (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

1.4.2. Расчет станочных приспособле-ний с рычажными и винтовыми зажимами (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

1.4.3. Расчет станочных приспособле-ний с эксцентриковыми приво-дами зажимных устройств (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

1.4.4. Расчет станочных приспособле-ний с гидропластовыми зажим-ными устройствами (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

1.4.5. Расчет станочных приспособле-ний с гидравлическими привода-ми зажимных устройств (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

1.4.6. Расчет станочных приспособле-ний с пневмогидравлическими приводами зажимных устройств (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории
1	1.1.Основыные понятия и элементы приспособлений	4	Выбор установочных элементов приспособлений для металлорежущих станков и расчет погрешности базирования	Автоматизированные системы проектирования
2	1.2.Принципы базирования	4	Базирование и базы	Автоматизированные системы проктирования
3	1.4.Зажимные механизмы и приводы	4	Выбор зажимных устройств приспособлений для металлорежущих станков. Силовой расчет приспособлений	Автоматизированные системы проектирования
4	1.7.Приспособления для токарных станков	4	Выбор способа закрепления де-талей при точении	Автоматизированные системы проектирования
Итого:		**16**		

3.6.Содержание лабораторных работ

1.1.1. Выбор установочных элементов приспособлений для металлорежущих станков и расчет погрешности базирования (АЗ: 4, СРС: 1)
Форма организации: Лабораторная работа

1.2.1. Базирование и базы (АЗ: 4, СРС: 1)
Форма организации: Лабораторная работа

1.4.1. Выбор зажимных устройств приспособлений для металлорежущих станков. Силовой расчет приспособлений (АЗ: 4, СРС: 1)
Форма организации: Лабораторная работа

1.7.1. Выбор способа закрепления де-талей при точении (АЗ: 4, СРС: 1)
Форма организации: Лабораторная работа

3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине

1.1. Проектирование и расчет приспособления

Тематика: Проектирование и расчет приспособления для сверления отверстия
Проектирование и расчет приспособления для фрезерования паза
Проектирование и расчет приспособления для фрезерования шлиц

Трудоемкость(СРС): 24

Прикрепленные файлы: Расчет гидропневмоприводов 11 брошюра.pdf, Расчет приспособлений на точность_брошюра_11.pdf, Расчет установочных и тд устройств.pdf

3.8. Промежуточная аттестация

1. Экзамен (7 семестр)

Прикрепленные файлы: Билеты технологическая оснастка.pdf, Экзамен (7 семестр).pdf

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

Вопросы для самостоятельной работы по темам:

№	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельной работы
1	Приспособления для сверлильных станков	Подготовка к лабюораторны и практическим занятиям. Изучение лекционного материала

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

• вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ДПК-5	Способность разрабатывать технологию изготовления, маршрутные и операционные карты технологических процессов изготовления отдельных деталей и узлов дла	Владеть навыками правильного выбора метода обработки средств технологического оснащения, отвечающих требованиям по качеству и точности в условиях конкретного производственного участка Знать особенности построения технологического процесса в зависимости от типа производства Семестр - 7
2	ПКР-10	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий	Владеть методами описания принципов действия и устройства проектируемых изделий описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий Уметь оставлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы Семестр - 7
3	ПКР-23	Способен разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки, принимать участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, обеспечивать техническое оснащение рабочих мест, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий	Владеть навыками проектирования технологического оснащения и инструмента Уметь разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки Уметь выполнять обоснованный выбор технологического оснащения рабочих мест в ходе подготовки производства новой продукции. Семестр - 7

Вопросы к промежуточной аттестации

"Технологическая оснастка"

1. **Экзамен (7 семестр)**

Прикрепленные файлы: Билеты технологическая оснастка.pdf, Экзамен (7 семестр).pdf

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

• 1. В.Ф. Безъязычный и др. Технологическая оснастка в авиадвигателестроении. Учебное пособие, Рыбинск: РГАТА. 2007 г.- 426 с. (Электронный вавриант – доступ сервеп кафедры ТПАД)

2. Тарабарин О. И., Абызов А. П., Ступко В. Б. Т 19 Проектирование технологической оснастки в машиностроении: Учебное пособие. — 2(е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 304 с.: (Электронный вавриант – доступ сервеп кафедры ТПАД)

3. В.Ф. Безъязычный и др. Станочные приспособления для станков в ЧПУ в авиадвигателестроении. М:., Машиностроение. Рыбинск – Ч1. 2000 г.- 147 с. . (Электронный вавриант – доступ сервеп кафедры ТПАД)

4. Винокуров, А. Е., Рахманкулова, Н. М. Альбом наладок и специальных приспособлений, применяемых на сверлильных операциях в авиадвигателестроении: учебное пособие / А. Е. Винокуров, Н. М. Рахманкулова; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2010. – 78 с. (Электронный вавриант – доступ сервеп кафедры ТПАД)

5. Белозёров В.А., Абрамова Н.Н. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие.-Тюмень: ТюмГНГУ, 2008.-112 с (Электронный вавриант – доступ сервеп кафедры ТПАД)

6. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно—практические работы и курсовое проектирование. - М. Издателъский центр Академияг, 20l4, -- 320 с.

7. Косов Н.П., Исаев А.Н., Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 2007. 304с.

8. Клепиков В.В...Технологическая оснастка : Учебное пособие / Виктор Валентинович, Александр Николаевич. - М. : Издательство ФОРУМ, 2011. - 608 с http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=213878

10. Белозёров В.А., Абрамова Н.Н. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие.-Тюмень: ТюмГНГУ, 2008.-112 с

11. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка Иллюстрированное учебное пособие - М. Издателъский центр Академияг, 20l'4, -- 16 с

б) Дополнительная литература:

• 1. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1990. 384 с.

2. Насыров Ш.Г. Технологическая оснастка: Методические указания к практикуму.– Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 52 с.

3. Станочные приспособления. Справочник. Т2. Под редакцией Б. Н. Вардашкина. М.: Машиностроение, 1984.

4. 10. Краткий справочник металлиста. Под общей редакцией П. Н. Орлова, Е. А. Скороходова. М.: Машиностроение, 1987.

5. 11. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений. Минск: Беларусь, 1991.

6. 12. Ревин С.А. Проектирование технологической оснастки. Учебно-методическое пособие. Липецк, 1991.

7. Расчет погрешности базирования заготовок деталей в станочных приспособлениях методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров, С.В. Бабин. – М.: МАТИ, 2014. – 24с.

8. Расчет потребного усилия зажима заготовки в приспособлении методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров. – М.: МАТИ, 2014. – 24с.

9. Расчет станочных приспособлений с рычажными и винтовыми зажимами методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров, – М.: МАТИ, 2014. – 24с.

10. Расчет станочных приспособлений с эксцентриковыми приводами зажимных устройств методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров. – М.: МАТИ, 2014. – 20 с.

11. Расчет станочных приспособлений с гидропластовыми зажимными устройствами методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров. – М.: МАТИ, 2014. – 22с.

12. Расчет станочных приспособлений с гидравлическими приводами зажимных устройств методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров. – М.: МАТИ, 2014. – 22с.

13. Расчет станочных приспособлений с пневмогидравлическими приводами зажимных устройств методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров. – М.: МАТИ, 2014. – 19с.

14. Расчет точности станочного приспособления методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Технологическая оснастка» /сост.: Е.Н. Егоров. – М.: МАТИ, 2014. – 35с.

15. Бабин С.В.. Жохов Ю.В. Расчет приспособлений на точность. М., МАТИ, 2008 г. - 23 с.

16. Фурсов А.А.. Бабин С.В. Проектирование и расчет установочных зажимных механизмов, направляющих элементов, делительных устройств и корпусов, М., МАТИ, 2006 г. - 36 с.

17. Бабин С.В.. Жохов Ю.В. Расчет зажимных устройств. М., МАТИ, 2008 г. - 12 с

9. Черпаков Б.И. Технологическая оснастка. М.: Издательский центр «Академия», 2003.

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
"ZNANIUM.COM"	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	http://znanium.com
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	https://znanium.com/
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	
ООО "Издательство Лань"	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	e.lanbook.com
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15 »_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru, https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	https://urait.ru/

Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	https://urait.ru/
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	
Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	http://elibrary.ru
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт"	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	http://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	https://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	https://text.rucont.ru/

ФГБУ "РГБ"	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением	http://archive.neicon.ru
Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00	
Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com	https://apps.webofknowledge.com
Scopus- http://scopus.com	http://scopus.com
Elsevier-http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections	http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections
	http://rd.springer.com, http://www.springerprotocols.com
Математическая база данных zbMATH: http://zbMATH.org	http://zbMATH.org
American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html	https://www.acs.org/content/acs/en.html
American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/	https://www.scitation.org/
American Physical Society- https://journals.aps.org/about	https://journals.aps.org/about
EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com	http://search.ebscohost.com
Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core	https://www.cambridge.org/core
IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org	https://ieeexplore.ieee.org
INSPEC компании EBSCO- INSPEC	
Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/	https://iopscience.iop.org/
MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page	https://www.ams.org/home/page

Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm	https://www.osapublishing.org/about.cfm
Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/	https://academic.oup.com/journals/
ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index	https://search.proquest.com/index
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/	https://www.orbit.com/
SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org	https://www.annualreviews.org
JSTOR- www.jstor.org	www.jstor.org
Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com
Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания	
Springer Nature:	https://link.springer.com
1. eBoock Collection: журналы, книги - https://link.springer.com	
2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: https://link.springer.com	
Begell House Inc. https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html	https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html
China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: https://ar.cnki.net/ACADREF	https://ar.cnki.net/ACADREF
Institute of Electrical and Electronics Engineers: https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org
EBSCO. https://www.search.ebscohost.com/	https://www.search.ebscohost.com/
INSPEC:	
1. База данных Academic Search Premier	
2. База данных eBook Academic Collection	
3. eBook EngineeringCore Collection	
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL: https://www.orbit.com/	https://www.orbit.com/
SAGE Publication: https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Wiley: https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com/

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознано работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимание его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ореинтирована на применение компьютерной технки, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория оборудованная компьютером, видеопроектором и экраном.
Компьютерный класс, объединенный сетью и имеющий выход в интернет

1.Универсальные станочные приспособления с комплектующими элементами
2. Специальное токарное приспособление для обработки цилиндрических поверхностей расположенных под углом к цилиндру.
3. Специальное токарное приспособление для растачивания отверстий.
4.Поворотный кондуктор для сверления от-верстий в деталях сферической формы
5. Пневматический трех кулачковый патрон к станку с ЧПУ.

Приложение 1

к рабочей программе дисциплины

«Технологическая оснастка»

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Технологическая оснастка" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.03.05 "Двигатели летательных аппаратов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ДПК-5, ПКР-10, ПКР-23.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: проектированием приспособлений для механической обработки деталей авиационной техники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (26 часов), практические (16 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (50 часов) самостоятельной работы студента.

Приложение 2

к рабочей программе дисциплины

«Технологическая оснастка»

Прикрепленные файлы

Расчет установочных и тд устройств.pdf

Расчет приспособлений на точность_брошюра_11.pdf

Расчет гидропневмоприводов 11 брошюра.pdf

Экзамен (7 семестр).pdf

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"МАТИ" – РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. К.Э. Циолковского

Кафедра "Технология производства авиационных двигателей "

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ, НАПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И КОРПУСОВ

Методические указания к практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию для студентов дневной и вечерней форм обучения по специальности 160301
"Авиационные двигатели и энергетические установки"

Составители: Егоров., Бабин С.В.
.

Москва 2011

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ, НАПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И КОРПУСОВ

Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов дневной и вечерней форм обучения по специальности 130200 (160301) "Авиационные двигатели и энергетические установки"

Учебно-методическое указание для студентов, выполняющих практические занятия по курсу «Технологическая оснастка». Настоящее методическое указание посвящено проектированию и расчету установочно-зажимных механизмов, направляющих элементов, делительных устройств и корпусов приспособлений.

Пособие может использоваться также при подготовке к экзамену по курсу, при курсовом и дипломном проектировании.

Редактор М.А. Соколова
Подписано в печать 21.10.11.
Формат 60x84 1/16
Усл. п. л. 1,2. Уч. изд. л. 2.
Тираж 50 экз.

Издательский центр МАТИ
109240, Москва,Берниковская наб.,14
Тиражировано на ризографе
142800,г. Ступино, ул. Пристанционная, 4

Машиностроение. М. 1971 г.

7. Справочник металлиста. Том IV. Машиностроение М. 1977 г.

8. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2, Машиностроение М. 1972 г

1. УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНЫЕ УСТРОЙСТВА С УПРУГИМИ ЗВЕНЬЯМИ И ИХ РАСЧЕТ

1.1. Цанговые патроны и оправки.

На рис. 1 а, б, в показаны основные виды цанговых патронов с механизированными приводами. Цилиндрическая деталь вставляется в отверстие разрезной втулки-цанги. Последняя

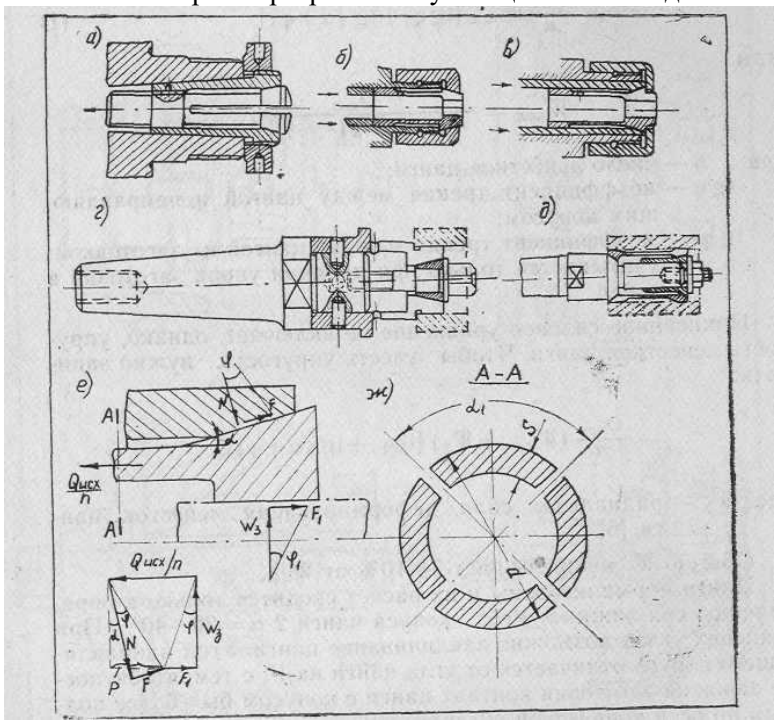


Рис.1.

благодаря относительному перемещению по конусной поверхности в направляющем конусе сближает к центру свои сегментные лепестки, образованные прорезями в радиальных плоскостях, и тем самым центрирует и зажимает заготовку. На рис. 1 г, д показа-

ны разжимные цанговые оправки с ручными зажимами с однопояясковой и двухпояясковой рабочими поверхностями. В оправке направляющий конус внутри цанги обеспечивает при относительном осевом перемещении увеличение ее диаметра и зажим заготовки.

На рис. 1 е, ж представлена схема для силового расчета цанговых зажимов.

Из силового многоугольника:

$$\frac{Qисх}{n} W_{заж}\left[tg\varphi_1 + tg(\alpha+\varphi)\right] \quad (1)$$

или

$$W_{заж} = \frac{Q_{исх}}{n\left[tg\varphi_1 + tg(\alpha+\varphi)\right]},$$

где: n - число лепестков цанги;

$tg\varphi$- коэффициент трения между цангой и направляющим конусом;

$tg\varphi_1$ - коэффициент трения между цангой и заготовкой; учитывается только при наличии упора заготовки в торец.

Написанное силовое уравнение не включает, однако, упругость лепестков цанги. Чтобы учесть упругость, нужно записать:

$$\frac{Q_{исх}}{n} = \left(W_{заж} + W_y\right)\left[tg\varphi_1 + tg(\alpha+\varphi)\right],$$

где: W_y - радиальная сила, деформирующая лепесток цанги, [6].

Обычно W_y не превышает 7 - 10% от $W_{заж}$.

Цанги нормализованы и их расчет сводится только к определению сил зажима. Угол конуса цанги 2 α = 30 - 40°. При меньших углах возможно заклинивание цанги. Угол направляющего конуса отличается от угла цанги на 1°, с тем, чтобы после зажатия заготовки контакт цанги с конусом был более полным по всей конической поверхности.

1.2. Установочно-зажимные устройства с мембранными зажимами (рис. 2 и 3)

становятся сборно-разборными конструкциями из нормализованных деталей и узлов. При снятии изделия с производства приспособления должны разбираться и нормализованные детали и узлы поступать на склад для использования при оснащении нового изделия.

В настоящее время для легких работ находят применение корпуса приспособлений, выполненные из пластмасс на основе эпоксидных смол. Такие корпуса получают литьем в формы с последующей выдержкой в течение 4 - 12 часов для полимеризации эпоксидной смолы. Для повышения прочности пластмассовых корпусов используют наполнитель (стекловолокно или металлический порошок, металлическую сетку и т. п.), добавляемый к эпоксидной смоле.

К важнейшим преимуществам таких корпусов можно отнести: способность гасить вибрации, меньше изнашиваться при эксплуатации, они значительно легче металлических корпусов, а армированные наполнители обладают прочностью и устойчивостью, не уступающей стальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Машиностроение.- М - Л. 1975 г. 2. Болотин Х. Л. Костромин Ф. П. Станочные приспособления. Машиностроение. М. 1973 г.

3. Влазнев Е. М. и др. Нормализованные станочные приспособления. Оборонгиз. 1963 г.

4. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Машиностроение, М., 1971 г.

5. Зависляк Н. И. Современные приспособления к металлорежущим станкам. Машиностроение. М - Л,, 1965 г.

6. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений.

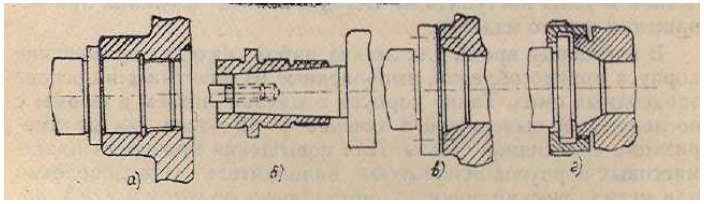


Рис.15.

На рис. 15 представлены рекомендуемые способы центрирования и крепления корпусов приспособлений на шпинделях станков.

В целях обеспечения подготовки производства в период запуска новых изделий в настоящее время разработаны нормали и ГОСТы на детали корпусов и их заготовки для станочных приспособлений, например, АН-1518, ГОСТ 12949 - 67, 12954 - 67 и др. Имея запас нормализованных или стандартных заготовок деталей корпусов различных типоразмеров, можно подобрать необходимый вариант корпуса приспособления или его часть.

Особенность сборных корпусов из нормализованных деталей состоит в том, что корпус приспособления собирается из геометрически простых, взаимозаменяемых, нормализованных элементов, изготовленных из обычного материала с обычной степенью точности и чистоты поверхностей. Детали корпусов могут изготавливаться из магниевого сплава высокопрочного чугуна, марки МН, при этом вес деталей может быть уменьшен до 20% путем сокращения толщин стенок. Элементы корпусов соединяются между собой при помощи болтовых, винтовых, клеевых соединений.

Особенностью конструкций узлов для сборных корпусов является возможность хранения их в собранном виде и многократность использования. Детали корпусов применяются без доработки или с доработкой, не препятствующей их повторному применению. Лишь в исключительных случаях при проектировании особо сложных приспособлений может иметь место значительная доработка.

Опыт проектирования показал, что любое сверлильное или фрезерное приспособление для деталей с габаритами до 500x800 мм может быть спроектировано на 70 - 90% из нормализованных деталей и узлов (остальные 10 - 30% деталей остаются специальными). Таким образом, специальные приспособления

Мембранные приспособления в общем машиностроении применяютя весьма широко. Они используются для легких работ и имеют довольно высокую точность центрирования. Мембранные приспособления особенно целесообразны при обработке тонкостенных втулок и колец большого диаметра. Точность центрирования (эксцентриситет) 0.015 - 0.025 мм

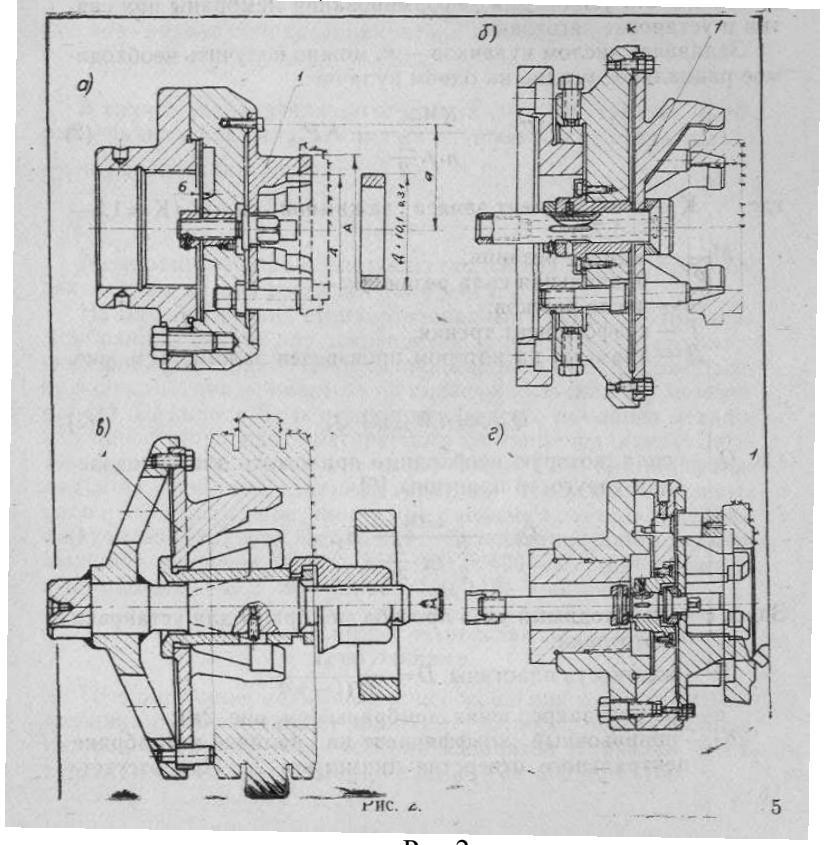


Рис.2.

Типичными представителями мембранных зажимных устройств являются мембрано-кулачковые устройства, в которых мембрана (1) выполнена в виде тонкого диска с несколькими выступами - кулачками, равномерно распределенными по окружности (рис. 2а, б, в, г). Если к центру диска приложить осевое усилие, кулачки будут сходиться к центру или расходиться в зависимости от направления усилия.

На рис. 2 представлены основные типы мембранных патронов

и оправок. Оправки на рис. 2а, в - ручного действия; патрон и оправка - рис. 2б, г - с силовыми приводами.

Зажим заготовки в мембранных патронах может производиться под действием упругих сил, но при этом необходимо прикладывать усилие для деформирования мембраны при снятии и установке заготовки.

Задаваясь числом кулачков - *n,* можно получить необходимое радиальное усилие на одном кулачке:

$$W_{заж} = \frac{KM_{рез}}{n \cdot f \cdot \frac{Д}{2}} + KP_y \quad (2)$$

Где К - коэффициент запаса зажимной силы (К== 1,5 - 1,75);

Мрез - момент резания;

P_y - радиальная сила резания;

n - число рожков;

f -коэффициент трения;

Д - диаметр, на котором произведен зажим (см. рис. 2а).

$$Q_{исх} = nW_{заж} + Q_y \quad (3)$$

где Q_y - сила, которую необходимо приложить для преодоления упругости пластины, [6].

$$Q_y = \frac{4\pi D\varphi}{\frac{Д}{2}\ln\frac{Д}{2a}} K_1 \quad (4)$$

Здесь φ - необходимый угол прогиба мембраны для установки заготовки;

D - жесткость пластины, $D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}$

a – радиус закрепления мембраны (см. рис 2а);

K_1 - поправочный коэффициент на наличие в мембране центрального отверстия диаметром. 2с. При отсутствии K_1=1, при наличии отверстия - К= 0,93 - 0,65 - уменьшается с. уменьшением отношения $\frac{a}{c}$ и с увеличением от-

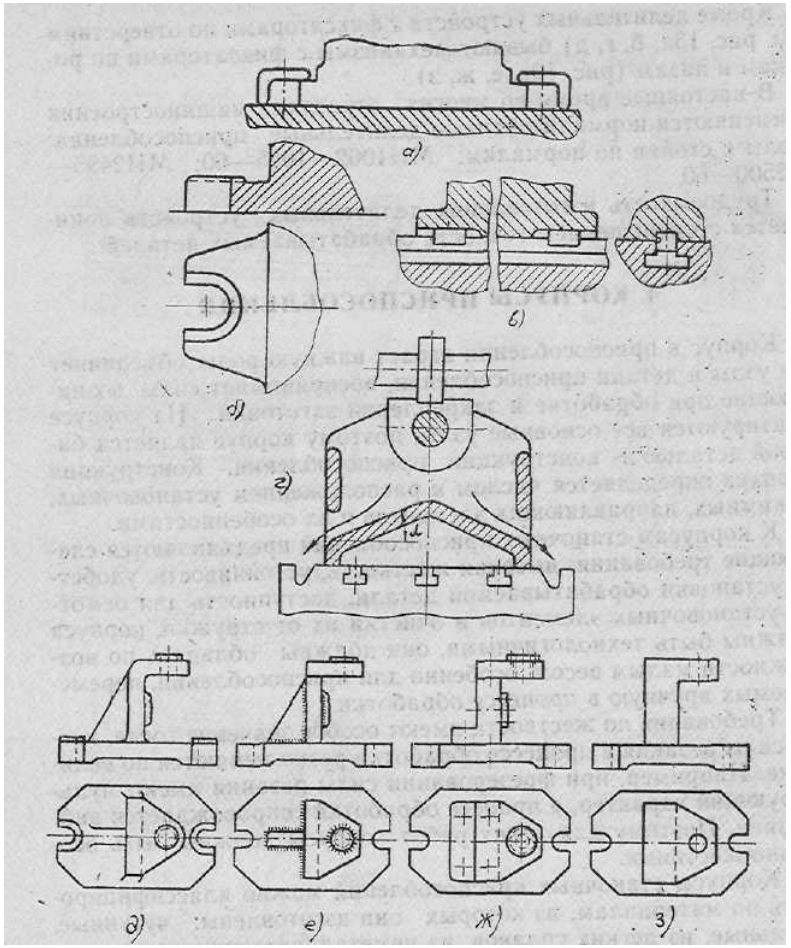


Рис.14.

В настоящее время стали применяться корпуса тяжелых передвижных приспособлений на воздушной подушке.

На рис. 14д, е, ж, з показаны различные технологические варианты оформления одного и того же корпуса: д/литого, е/сварного, ж/сборного, з/кованного (штампованного).

ленными опорными и установочными пластинками.

При конструировании корпусов следует всячески избегать глубоких карманов, где может скапливаться стружка, смазочно-охлаждающая жидкость, очистка которых затруднена. С целью облегчения очистки корпусов от стружки должны предусматриваться углы наклона соответствующих поверхностей (см. рис. 14), величина которых принимается в пределах 40° - 50°.

Для крепления приспособлений на столе станка с Т - образными пазами в корпусах должны быть предусмотрены специальный крепежные ушки или лапки (рис. 14а, б), а для точного ориентирования - сухари или шпонки (рис. 14в), расстояние между которым выбирается по возможности максимальным.

При конструировании корпусов необходимо стремиться к тому, чтобы при выполнении требований прочности и жесткости корпуса имели по возможности наименьший вес.

При разработке корпусов кантуемых приспособлений необходимо учитывать, что приспособление должно обладать достаточной жесткостью при различных положениях на столе станка, а центр тяжести конструкции должен располагаться в пределах опорных элементов корпуса. Опорные элементы корпуса (ножки) должны быть выполнены в плане такими, чтобы они могли перекрывать Т-образные пазы столов станков (рис. 14г).

ношения $\frac{a}{Д/2}$ от 1,25 до 3,0;

μ - коэффициент Пуассона, для стали μ=0,3;

E --.модуль упругости II рода материала мембраны – $21 \cdot 10^{10}$ н/м^2.

По величине этой силы проверяется напряжение в материале пластины:

$$\sigma = \frac{3Q_y(1+\mu)}{2\pi h^2}\left(\ln\frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4a^2}\right), \quad (5)$$

где: r_0 - радиус соприкасания штока и пластины

(r_0 = 30 - 50 мм).

В случае закрепления заготовки за счет упругих сил мембраны радиальная сила зажима на одном кулачке равна только $1/n$ части силы упругости, т. е.

$$W_{заж} = \frac{Q_y}{n}$$

Мембраны изготавливаются из сталей 65Г, 30ХГС или У7А, закаленных до твердости HRC = 40 - 45.

На рис. 3 показан стандартизованный (ГОСТ 16157—70) мембранный патрон для закрепления зубчатых колес при шлифовании отверстий. Установка производится по зубчатому венцу роликами, закрепленными на сменных кулачках (3) мембраны (1). Разжим кулачков осуществляется с помощью механизированного привода, монтируемого на конце шпинделя. Заготовка упирается торцом в сменные опоры (10). После переналадки на расчетный диаметр торцевые поверхности сменных опор и зажимную поверхность «Е» сменных кулачков шлифуют с помощью установки кольца (11). Стандартизованы 4 размерных типа патронов Ø 200, 250, 320 и 400 мм для установки зубчатых колес Ø Ø 36 - 70, 70 - 110, 110 - 160, 160 - 235.

1.3. Установочно-зажимные устройства с тарельчатыми пружинами

Центрирующие зажимные приспособления с тарельчатыми пружинами обеспечивают высокую точность центрирования, которая составляет 0,01 - 0,02 мм. Диапазон установки по отверстиям от Ø 18 до Ø 200; по валам - от Ø 4 до Ø 160

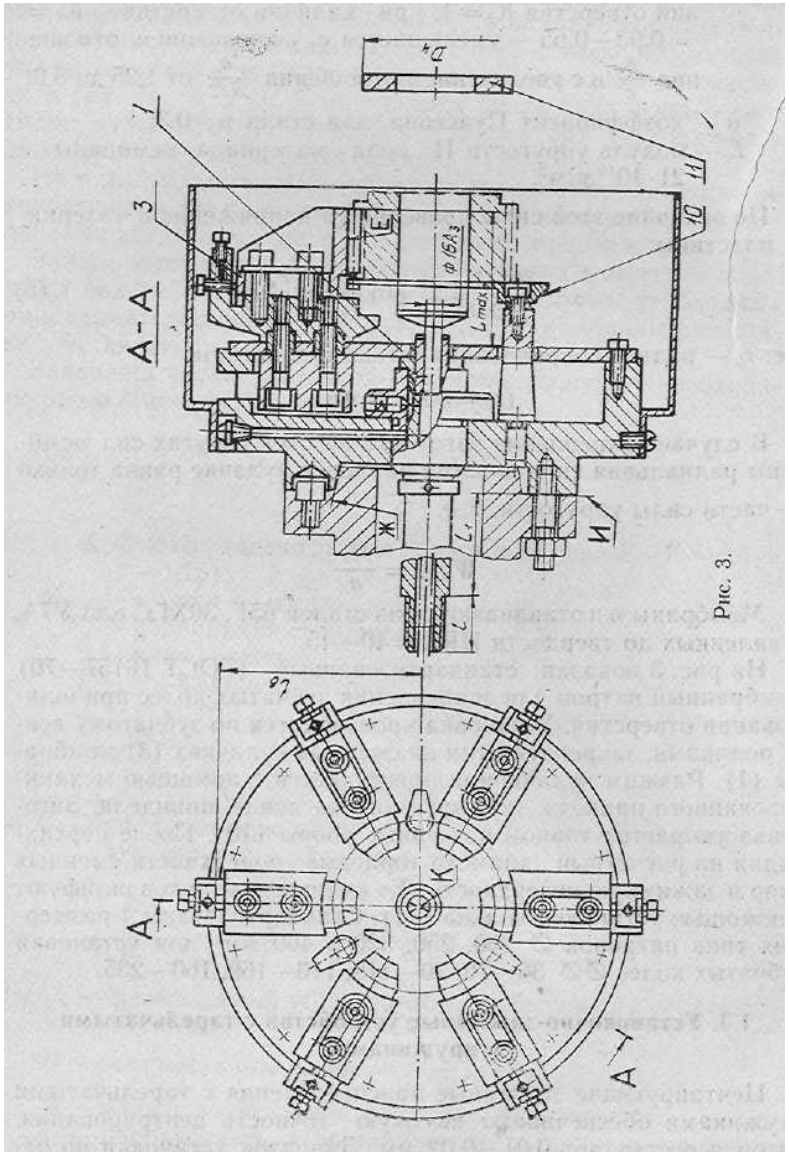


Рис.3

Трудоемкость изготовления делительных устройств понижается с уменьшением точности обрабатываемых деталей.

4. КОРПУСЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Корпус в приспособлении играет важную роль: объединяет все узлы и детали приспособления, воспринимает силы, возникающие при обработке и закреплении заготовки. На корпусе монтируются все основные узлы, поэтому корпус является базовой деталью в конструкции приспособления. Конструкция корпуса определяется числом и расположением установочных, зажимных, направляющих элементов и их особенностями.

К корпусам станочных приспособлений предъявляются следующие требования: высокая жесткость, устойчивость, удобство установки обрабатываемой детали, доступность для осмотра установочных элементов и очистки их от стружки, корпуса должны быть технологичными, они должны обладать по возможности малым весом, особенно для приспособлений, перемещаемых вручную в процессе обработки.

Требования по жесткости имеют особое значение тогда, когда силы резания в процессе обработки резко меняются по величине. Например, при фрезеровании силы резания имеют пульсирующий характер, а процесс обработки сопровождается вибрацией. Поэтому для таких работ корпусы должны быть особенно жесткими.

Корпусы станочных приспособлений можно классифицировать по материалам, из которых они изготовлены: чугунные, стальные, из легких сплавов, из неметаллических материалов. По методу получения корпусов их можно разделить на: литые, сварные и сборные.

По виду корпусы могут быть: открытые (см. рис. 14), полуоткрытые и закрытые (см. рис. 7, 8).

Первые два вида корпусов являются характерными для приспособлений к токарным и фрезерным станкам, а третий вид наибольшее распространение получил в приспособлениях для сверлильных и расточных станков.

Литые корпуса выполняются из чугуна марки СЧ-12-28 и СЧ-18-36; сварные (в большинстве случаев) из стали марки СТ3 и 20. Корпуса поворотных, передвижных кантуемых приспособлений могут изготавливаться литьем из легких сплавов на алюминиевой и магниевой основе, с армированием, стальными зака-

втулкой (зазор S), при этом головка должна быть выполнена по первому классу точности A_1/C_1 (см. рис. 136). Повышенной точности зазор S_1 должен быть не более 0,01 мм

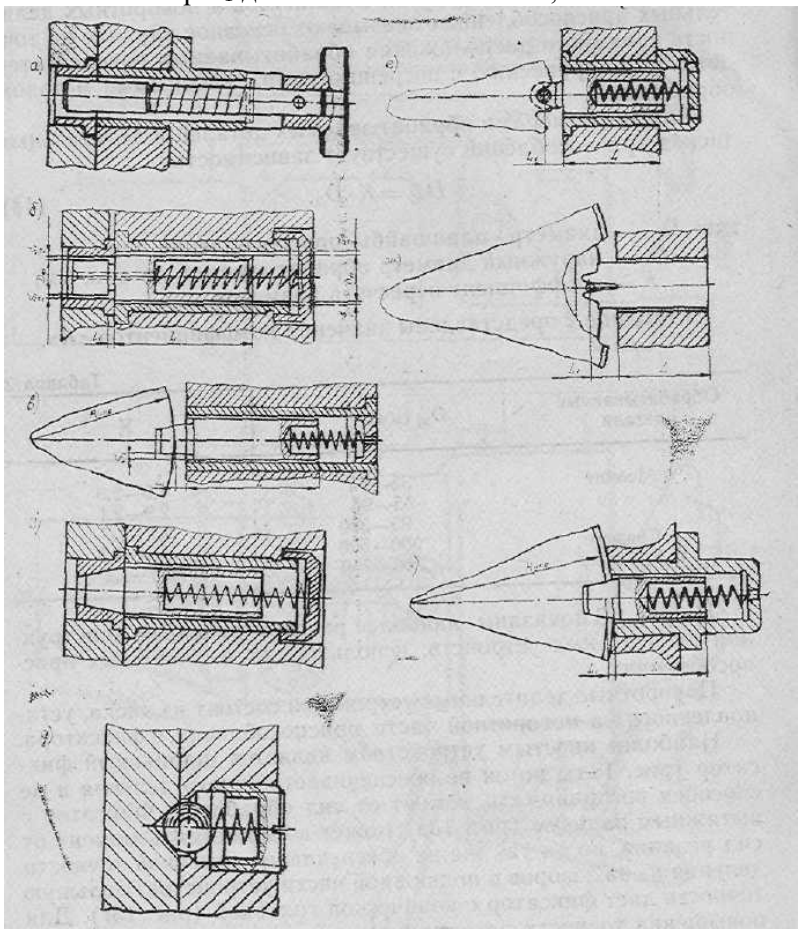


Рис.13.

Кроме делительных устройств с фиксаторами по отверстиям (см. рис. 13а, б, г, д) бывают механизмы с фиксаторами по роликам и пазам (рис. 13в, е, ж, з).

В настоящее время во многих отраслях машиностроения применяются нормализованные делительные приспособления: столы и стойки по нормалям: МН1062 – 1065 - 60; МН2495-2500 - 60.

Тарельчатая пружина представляет собой вогнутую шайбу в форме усеченного конуса, гладкую или с радиальными прорезями, расположенными в шахматном порядке. Прорези придают большую эластичность пружине и уменьшают осевые усилия, необходимые для Закрепления детали.

На рис. 4а представлен патрон для зажима заготовки посредством винта (5). Давление передается на пакет тарельчатых пружин (3). Вид тарельчатой пружины до и после деформации показан на рис. 4б, г.

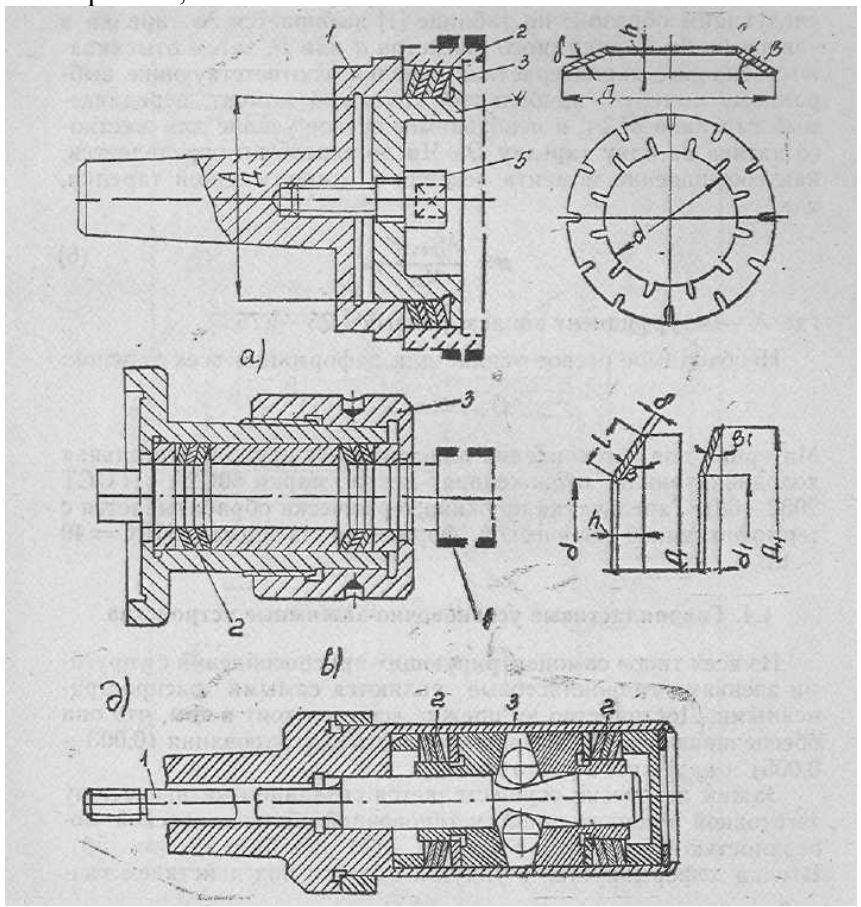


Рис. 4.

При сжатии наружный диаметр тарелки увеличивается, внутренний уменьшается. Следовательно, одна и та же тарелка может работать и на зажим вала и на разжим по отверстию. На рис. 4 в и д показаны оправки для зажима длинных деталей со сдвоенными пакетами пружин. Для равномерного распределения

усилия зажима на два пакета следует применять конус с шариками (рис. 4 д), для предохранения установочной поверхности заготовки тарельчатые пружины действуют на заготовку через тонкостенную деформируемую втулку (3).

Силовой расчет центрирующего устройства производится следующим образом: по таблице [1] выбирается № тарелки в зависимости от зажимного диаметра d или D, затем отыскиваются силовые характеристики тарелки, соответствующие выбранному номеру - наибольший крутящий момент, передаваемый тарелкой $M_{кр т}$, и необходимое осевое усилие для жесткого натяга на одну тарелку Q_T. Число тарелок n определяется, как соотношение момента резания к моменту одной тарелки, т. е.

$$n=\frac{M_{рез}\cdot K}{M_{крт}}, \quad (6)$$

где К - коэффициент запаса, равный 1,25 - 1,75.

Необходимое осевое усилие для деформации всех тарелок:

$$Q_{исх}=n\bullet Q_т$$

Материал для изготовления пластинчатых пружин - стальная холоднокатаная отожженная лента марки 60С2А (ГОСТ 2052—68). Тарельчатая пружина термически обрабатывается с термофиксацией конической формы до твердости HRC = 40 - 45.

1.4. Гидропластовые установочно-зажимные устройства.

Из всех типов самоцентрирующих приспособлений с упругими звеньями гидропластовые являются самыми распространенными. Достоинство их прежде всего состоит в том, что они обеспечивают самую высокую точность центрирования (0,003 - 0,005) и надежны в работе.

Зажим заготовки осуществляется созданием натяга между заготовкой и сопряженной установочной цилиндрической поверхностью тонкостенной втулки ((4) рис. 5а и (9) рис. 5б). Втулка деформируется в упругой области под действием гидростатического давления в замкнутой кольцевой полости, создаваемого специальной гидропластмассой ((5) рис. 5а). Исходное давление на гидропласт передается плунжером ((3) рис.5 а и б, перемещаемым в цилиндрических направляющих усилием ручного или механизированного приводов.

дом обработки.

Между размерами обрабатываемых деталей и делительных дисков приспособлений существует зависимость:

$$D_{пр}=K\bullet D_д \quad (14)$$

где: $D_{пр}$ - диаметр планшайбы приспособления, мм;

$D_д$ - наружный диаметр обрабатываемой детали, мм;

К - коэффициент пересчета размеров.

В таблице 2 представлены значения коэффициентов «К».

Таблица 2

Обрабатываемые детали	$D_д$ (мм)	К
Мелкие	35 - 55	4,5 - 2,9
	55 - 95	2,9 - 2,1
	95 - 300	2,1 - 1,7
Средние	300 - 500	1,7 - 1,3
Крупные	500 - 750	1,15 - 1,1

На рис. 13 показаны наиболее распространенные конструкции делительных устройств, используемых в станочных приспособлениях.

Поворотные делительные устройства состоят из диска, установленного на поворотной части приспособления, и фиксатора.

Наиболее простым устройством является шариковый фиксатор (рис. 13д), но он не обеспечивает точного деления и не способен воспринимать момент от сил обработки. Фиксатор с вытяжным пальцем (рис. 13а) может воспринимать момент от сил резания, но он так же не обеспечивает высокой точности деления из-за зазоров в подвижной части устройства. Большую точность дает фиксатор с конической головкой (рис. 13г). Для повышения точности деления уменьшают радиальные зазоры между головкой и втулкой (зазор S1) и корпусом фиксатора и

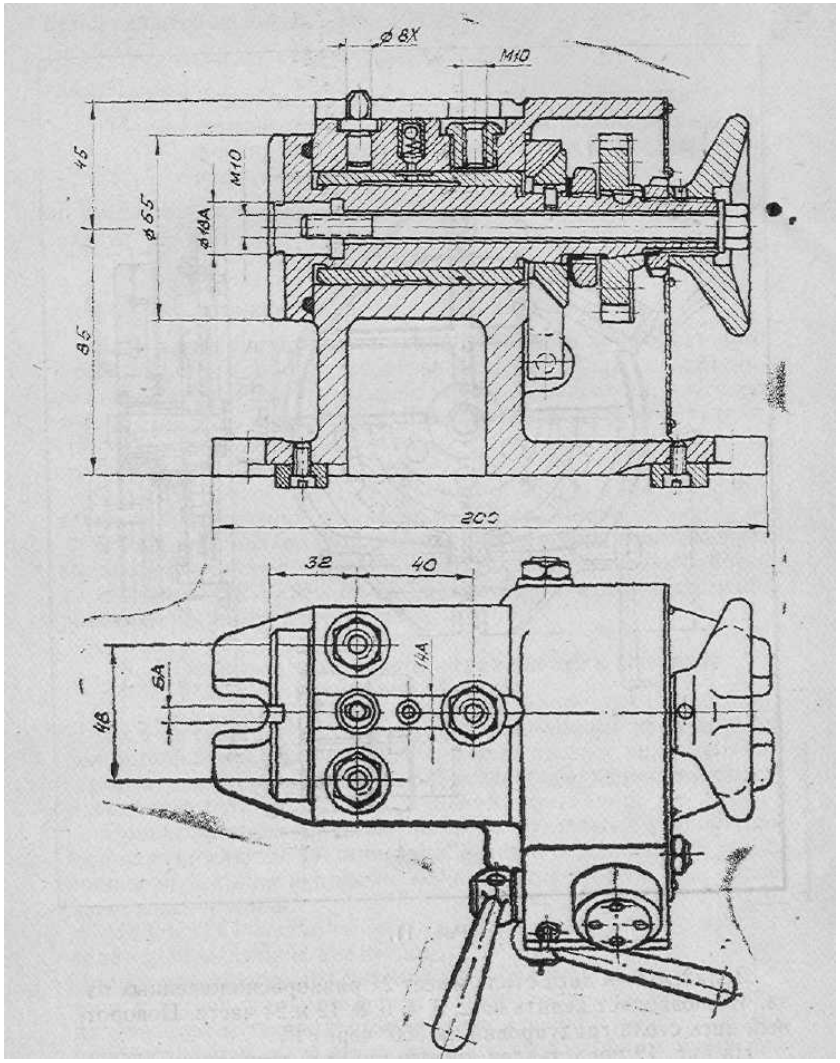


Рис.12.

Конструкции приспособлений с делительными устройствами имеют два характерных конструктивных элемента - подвижный делительный элемент (диск или линейка) прямолинейного перемещения или поворотный фиксатор, обеспечивающий фиксирование подвижного элемента в заданном положении.

Погрешности делительных механизмов в поворотных дели тельных приспособлениях оказывают основное влияние на точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей деталей по сравнению с погрешностями, вносимыми мето-

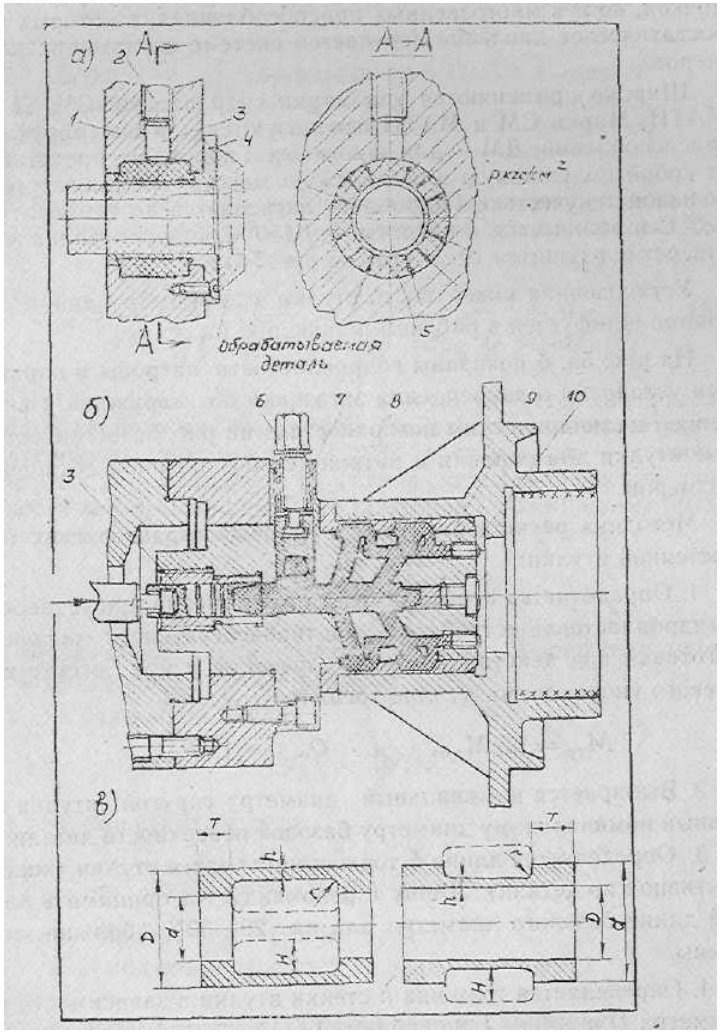


рис.5

Свойство гидропласта передавать равномерно давление используется не только в патронах и оправках с упругой оболочкой, но и в многозвенных приспособлениях, в которых гидростатическое давление передастся системе скользящих плунжеров.

Широко применяются три марки гидропласта: СМ, ДМ и . МАТИ. Марки СМ и МАТИ используются для центрирующих приспособлений; ДМ - для зажимных. Гидропласт представляет собой полужидкую пластическую массу, обладающую небольшой текучестью. Гидропласт нагревается до температуры 120°С и заливается в нагретый до 150°С корпус, заливочное отверстие глу-

шится (дет. (10) на рис. 5б).

Установочная поверхность втулки в деформированном состоянии шлифуется в рабочем положении на станке.

На рис. 5 а, б показаны гидропластовые патроны и оправка для установки и закрепления заготовки по наружной и внутренней цилиндрическим поверхностям; на рис. 5 в - тонкостенные втулки для оправки и патрона с обозначением основных размеров.

Методика расчета размеров и силовых характеристик тонкостенной втулки:

1. Определяется необходимый момент трения при установке гидропластовое устройство, противодействующее повороту заготовки под действием момента резания и при отсутствии осевого упора, осевое усилие трения:

$$M_{тр}=1{,}5M_{рез} \text{ и } Q_{ос.тр}=1{,}5P_{рез.х}$$

2. Выбирается номинальный диаметр упругой втулки D, равный номинальному диаметру базовой поверхности детали.

3. Определяется длина L тонкостенной части втулки (конструктивной по детали). Длину L рекомендуется принимать равной длине базового диаметра или на 20 - 30% больше этой длины.

4 Определяется толщина h стенки втулки в зависимости от диаметра D .и длины L по таблице 1.

Таблица 1

Длина тонкостенной части	Формулы для подсчета толщины стенки	
	D=10 - 50 мм	D=50 - 150 мм
L>D/2	h= 0,015D+0,5	h= 0,025D
D/2>L>D/4	h= 0,010D+0,5	h= 0,020D
D/4>L>D/8	h= 0,010D+0,25	h= 0,015D

5. Определяется величина натяга втулки при зажиме детали в зависимости от необходимого момента трения или осевого усилия:

$$i_н = \frac{M_{тр}}{500\frac{h}{D}\sqrt{\frac{h}{D}}D^2}; \; i_н = \frac{Q_{ос}}{10^4\frac{h}{D}\sqrt{\frac{h}{D}}D}. \quad (8)$$

6. Из соотношения h/D устанавливается, является ли упругая втулка «длинной» или «короткой». Условно «длинную» втулку характеризуют зависимостью $L \geq 2l_k$, а «короткую» - зависимостью $L<2/l_k$. Величина l_k (длина нецилиндрической поверхности дефор-

На рис. 12 представлен пример типовой конструкции делительной стойки на сверлильные и фрезерные станки.

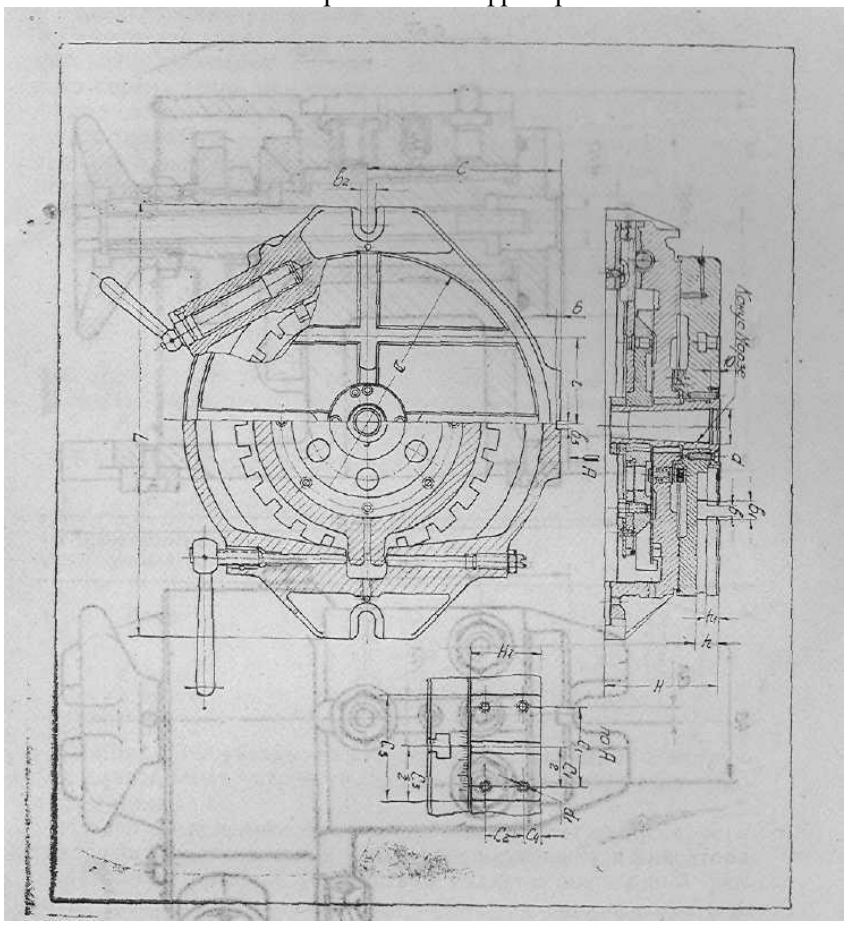


Рис.11.

со следящим приводом - рис. 10в:

$$\Delta Y_{x\ коп} = \frac{\Delta Y_{хзаг}}{i} \quad (13)$$

где: i - передаточное отношение следящего привода $i \leq 1$.

На рис. 10г представлена схема объемного копировального фрезерования. Копировальное перемещение стола относительно фрезы происходят по координате Y при задающей круговой подаче $\omega_{зад}$, но для получения объемного профиля необходимо еще периодическое смещение стола в направлении оси X, т. е. строчечная или шаговая подача - $S_{x\ шаг}$.

Формула (9) построения объемного копира дана для соответствующего сечения заготовки X - X рис. 10г.

В качестве материалов для копира и роликов используют высокоуглеродистые стали подвергающиеся термообработке до твердости HR_C = 58 - 62 или цементируемые стали с термообработкой до той же твердости.

3.МЕХАНИЗМЫ ДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ И ФИКСАЦИИ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Для обеспечения различных необходимых ориентировочных положений обрабатываемой детали относительно режущего инструмента в многопозиционных приспособлениях используются механизмы делительных перемещений и фиксации.

Приспособления с поворотными делительными устройствами подразделяются на приспособления с вертикальной осью вращения - столы и приспособления с горизонтальной осью вращения - стойки."

На рис. 11 показан пример типового делительного стола с делительным, диском диаметром от 250 мм до 700 мм. Такие столы применяются для делений при обработке деталей на фрезерных и сверлильных станках. Обрабатываемая деталь устанавливается и закрепляется непосредственно на столе или в приспособлении, которое устанавливается и фиксируется на этом столе.

Делительный диск стола имеет 24 равнорасположенных паза, что позволяет делить на 2, 3, 4, 6, 8, 12 и 24 части. Поворотный диск стола градуирован на 360° через 1°.

мированной без заготовки втулки может быть подсчитана по формуле:

$$2l_k = 2{,}6D\sqrt{\frac{h}{D}}.$$

7. Определяют максимально-допустимое приращение (или сжатие) упругой втулки ΔD_{max}:

а) для «длинных» втулок

$$\Delta D_{max} = \frac{\sigma_T}{E} D;$$

б) для «коротких» втулок

$$\Delta D_{max} = \frac{\sigma_T}{E} D\left[1 - \varphi(x)\right],$$

где: σ_T - предел текучести материала;

E - модуль упругости 2-го рода.

$$x = 0{,}9\frac{L}{\sqrt{h \cdot D}};\ \varphi(x) \text{ берется по таблице [1].}$$

8. Находят максимальный посадочный зазор $\delta_З$:

для оправок

$$\delta_З = D_{max\ дет} - D_{min\ вт}$$

для патронов

$$\delta_З = D_{max\ вт} - D_{min\ дет}$$

9. Определяют допускаемый прочностью втулки зажимной натяг (запас деформации) $\delta_н$:

$$\delta_н = \Delta D_{max} - \delta_З$$

Найденный в п. 5 натяг из условия обеспечения зажима $i_н$ по уравнениям (8) не должен превышать допустимого натяга $\delta_н$. $\delta_н \geq i_н$, в противном случае гидропластовое самоцентрирующее устройство не может обеспечить зажим.

10. Находят длину l зоны контакта детали и втулки:

для «коротких» втулок

$$l = L\sqrt{\frac{\delta_н}{\delta_н + \delta_з}};$$

для «длинных» втулок

$$l=2l_к\left(\sqrt{\frac{\delta_н}{\delta_н+\delta_з}}-1\right)+L\ .$$

Расчетная длина контактной зоны не должна превышать длину базовой поверхности детали. Кроме того, для обеспечения точного центрирования и надежного крепления деталей, необходимо соблюдать условие а $=l/L=$ 0,5 - 0,8, где а - коэффициент длины контакта.

11. Определяют параметры отдельных элементов упругих втулок [1].

Для регулирования давления в полости, а, следовательно, и для регулирования деформации втулки при определенном ходе силового плунжера служит плунжер - компенсатор (8) и винт (6) рис. 5б.

2. НАПРАВЛЯЮЩИЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

2.1. Кондукторные втулки для сверлильных и расточных приспособлений

При обработке отверстий сверлами, зенкерами или развертками на сверлильных и расточных станках, а также при растачивании отверстий борштангами с резцами или резцовыми головками, как правило, применяются направляющие кондукторные втулки, установленные в корпусе приспособления. Использование таких втулок позволяет существенно уменьшить разбивку отверстий, уменьшать увод и упругий отжим инструментами, главное, определяет точное положение оси отверстия. Обработка отверстий с помощью кондукторных втулок повышает их точность на 50%. Кондукторные втулки подразделяются на постоянные, сменные и быстросменные.

Постоянные кондукторные втулки (ОСТ 4922), как привило, применяются при обработке отверстий одним инструментом - рис. 6а.

Сменные кондукторные втулки (ОСТ 4923) показаны на рис. 6б. Они применяются в многовтулочных кондукторах, особенно при использовании многошпиндельных головок, такие втулки могут легко заменяться при износе или повреждении.

М - расстояние между осями ролика и фрезы (рис. 10а, б, г);

$R_{\varphi\ коп}$ – радиус-вектор копира на фиксированном угле поворота φ.

$R_{\varphi заг}$ - радиус-вектор профиля готовой детали на соответствующем фиксированном угле поворота φ;

$D_ф$ - диаметр фрезы (рис. 10а, б, г);

$d_р$ - диаметр ролика (рис. 10а, б, г).

Диаметр ролика в целях обеспечения точности обработки не должен быть больше диаметра инструмента. Радиус же инструмента или радиус заточки резца не должен превышать минимального вогнутого радиуса обрабатываемого контура.

Конец радиуса-вектора копира описывает эквидистанту к контуру детали в полярных координатах.

Для копировальных устройств со следящим приводом уравнение радиуса-вектора копира должно содержать передаточное отношение копировального устройства:

$$R_{\varphi\ коп}=\quad R_{коп}^{\min}+\frac{\Delta R_{\varphi заг}}{i},\quad (11)$$

где $R_{коп}^{\min}$ - минимальный радиус копира $R_{коп}^{\min}\geq R_{заг}^{\min}$;

$R_{заг}^{\min}$ - минимальный радиус заготовки;

$\Delta R_{\varphi заг}$ - 'Изменение радиуса - вектора заготовки на угле поворота φ от значения $R_{заг}^{\min}$;

$i\leq 1$ - передаточное отношение следящего устройства.

Большинство следящих приводов имеют передаточное отношение, равное 1.

Если форма фасонной поверхности детали задана **в прямоугольной системе координат**, то для построения эквидистанты копира необходимо соблюдать условие:

без следящего привода - рис. 10в:

$$\Delta Y_{x\ коп}=\Delta Y_{x\ заг},\quad (12)$$

где $\begin{Bmatrix}\Delta Y_{xкоп}\\ \Delta Y_{xзаг}\end{Bmatrix}$ - изменение координат копира и заготовки соответственно в направлении копирования

на фиксированном расстоянии по оси X от базы построения контуров;

дающая подача заготовки и копира. Поэтому профиль также задается в полярной системе координат.

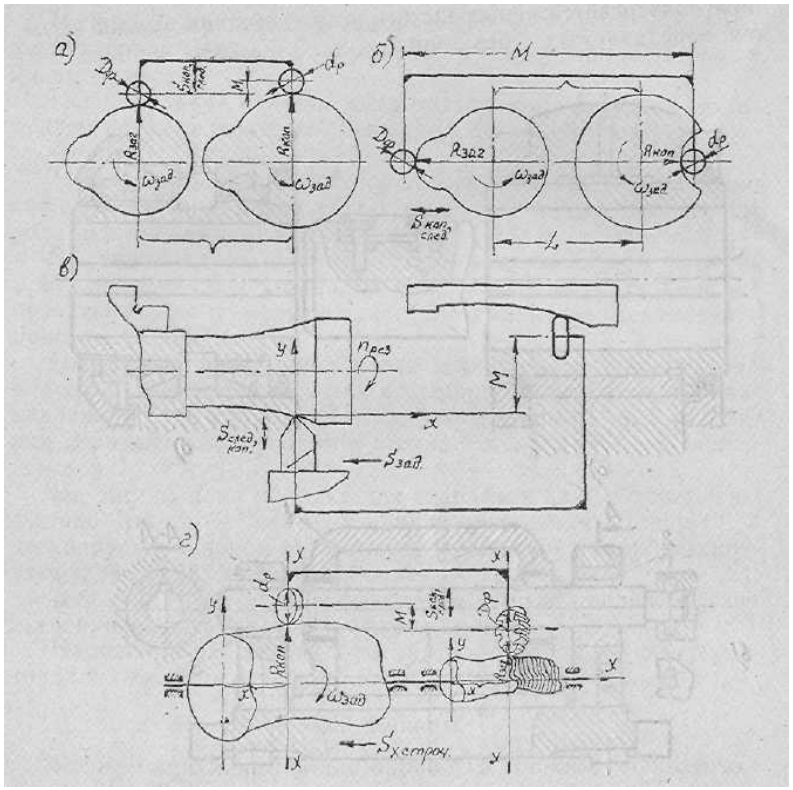


Рис.10.

Для копировальных устройств прямого действия переменный радиус - вектор копира $R_{коп}$, определяется из линейной размерной цепи, соответствующей конкретной схеме копирования.

1) рис. 10а, г:

$$R_{\varphi\ коп} - R_{заг} + M + \frac{D_ф - d_р}{2} \quad (9)$$

2) рис. 10б:

$$R_{\varphi\ коп} = M - L - R_{\varphi заг} - \frac{D_ф + d_р}{2} \quad (10)$$

где L - расстояние между осями вращения заготовки и копира (рис. 10б);

Быстросменные кондукторные втулки (ОСТ 4924) (см. рис. 6в) имеют специальный замок, с помощью которого втулка может быстро заменяться при обработке отверстия последовательно несколькими инструментами разного диаметра.

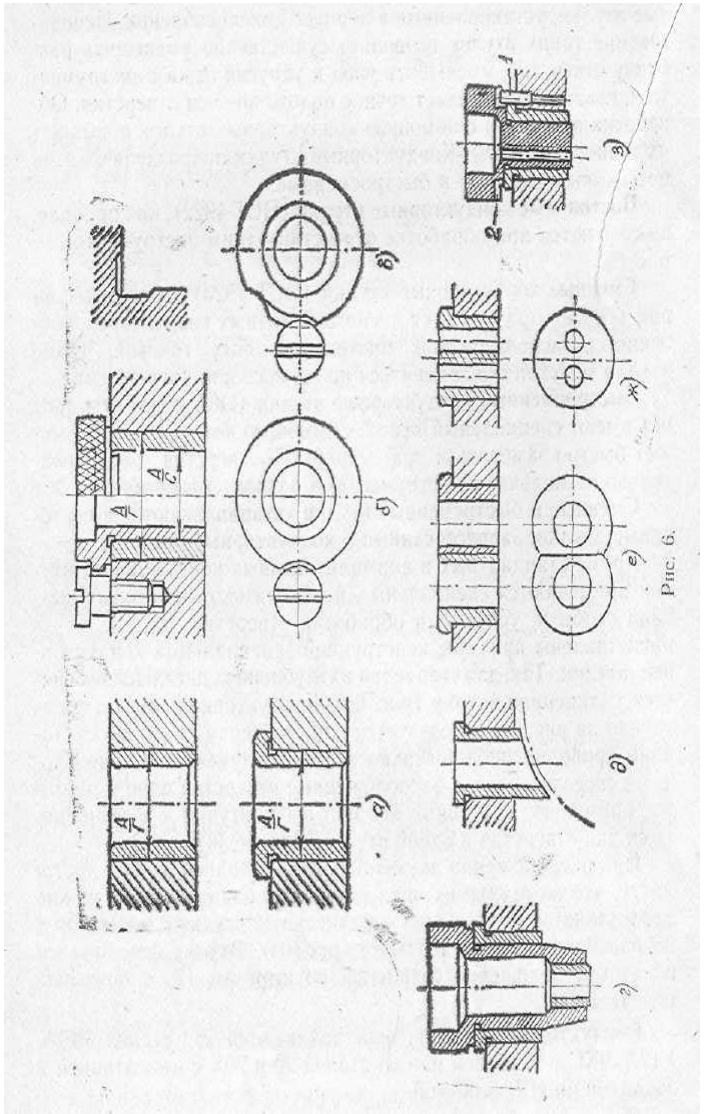
Сменные и быстросменные втулки устанавливаются в постоянные втулки, запрессованные в кондукторные плиты.

Кроме стандартных и нормализованных кондукторных втулок применяются специальные, необходимость в которых вызвана особыми условиями обработки отверстий. На рис. 6г - з представлены примеры конструкций специальных кондукторных втулок. Так, для сверления в углублениях деталей применяется удлиненная втулка (рис. 6г). Кондукторная втулка, показанная на рис. 6д, используется для сверления отверстий со стороны криволинейной поверхности. В тех случаях, когда необходимо сверлить близко расположенные отверстия одно к другому, применяют сдвоенные кондукторные втулки или выполняются два отверстия в одной втулке (рис. 6е, 6ж).

При расположении двух отверстий настолько близко друг к другу, что во втулке их невозможно выполнить рядом, можно использовать, специальную кондукторную втулку с эксцентрично расположенным отверстием (рис. 6з). Втулка фиксируется в каждом положении сверления по вырезам (2) с помощью штифтов (1).

Кондукторные втулки изготавливаются из сталей У10А, У12А, 9ХС с закалкой или (из сталей 20 и 20Х с цементацией и закалкой до HR_c=60—65.

Средний допуск на износ кондукторных втулок составляет 0,2 - 0,3 мкм.



На точность обработки и на срок службы влияют посадки кондукторных втулок. Для сверл и зенкеров внутренний диаметр втулок выполняется по посадке f7, для разверток - по посадке h7 системы вала. Сменные и быстросменные втулки устанавливаются в постоянные втулки по посадке h7, а последние запрессовываются в корпуса или кондукторные плиты по посадкам m7 или j7.

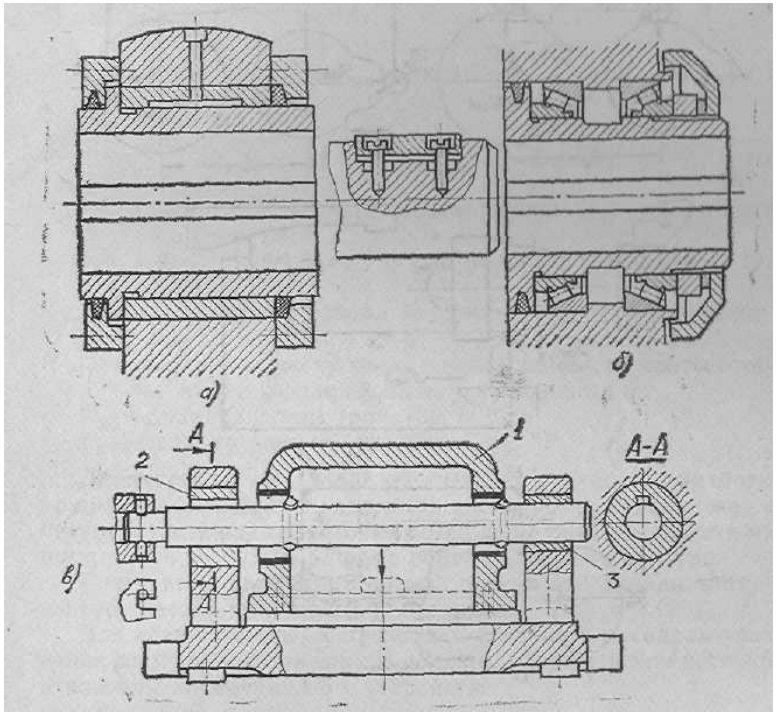


Рис.9.

Копировальное устройство со следящим приводом позволяет из-за отсутствия жесткой связи следящего элемента с режущим инструментом в направлении копирования устранить большое давление щупа на копир, создавая при этом на режущем инструменте усилие подачи необходимой величины.

В настоящее время при наличии совершенных следящих устройств, являющихся принадлежностью копировальных металлорежущих станков, применение копировальных устройств прямого действия в серийном производстве необоснованно. Применение станков с программным управлением исключает необходимость применения копировальных устройств

От точности выполнения копира зависит точность обработки сложного профиля на заготовке. Построение формы рабочей поверхности копира осуществляется в зависимости от вида следящего элемента, типа копировального устройства и способа задания сложной поверхности детали: в прямоугольных или в полярных координатах.

Если форма фасонной поверхности детали задана в чертеже в полярной системе координат, то необходима круговая за-

1) сократить сроки подготовки производства, что особенно важно в условиях; авиационных заводов с частым изменением объектов производства;

2) снизить затраты на подготовку производства, т. к. стоимость наладки значительно ниже по сравнению со стоимостью проектирования и изготовления специального сверлильного приспособления.

На рис. 7а представлена наладка консольного кондуктора для сверления трех отверстий в цилиндрической детали, устанавливаемой на 2 призмы 2 и 5 перемещающиеся от покачивания коромысла 4, с упором в штырь 1 и с угловой фиксацией штырем в лыску.

На рис. 7б дана наладка для сверления двух отверстий во фланце. Деталь - фланец устанавливается на подставку (2) и центрируется пальцем (1). Угловое положение детали фиксируется упорами (3), которые прижимают фланец к подставке (2).

В большинстве случаев фиксаторы углового положения целесообразно располагать на опорной плите.

Направляющие втулки к расточным станкам и пример расточки 2-х соосных отверстий представлены на рис. 9а, б, в.

2.2. Копиры

Копиры применяются для обработки сложных (фасонных) поверхностей. Копир является направляющим элементом, форма рабочей поверхности которого, выполненная в соответствии с заданной формой обрабатываемой поверхности, задает с помощью копировального устройства траекторию движения режущего инструмента относительно обрабатываемой заготовки.

Современные копирные устройства и станки работают на принципе следящих гидравлических и электрических систем.

Если копировальное устройство не содержит следящего привода, оно называется, копировальным устройством прямого действия: Обрабатываемая заготовка жестко связана с копиром в направлении задающей подсети; в контакт с копиром вступает ролик, жестко связанный в направлении копирования с режущим инструментом размером «М» (рис. 10). Недостаток такого устройства состоит в том, что рабочая поверхность копира подвергается непосредственному действию усилий резания, передаваемых через ролик.

При сверлении отверстий в чугунных и бронзовых деталях и при обработке вязких металлов расстояние от нижнего торца кондукторных втулок до обрабатываемой детали берут равным 0,3 - 0,5 диаметра инструмента.

При зенкеровании это расстояние можно брать менее 0,3d Примеры выполнения приспособлений кондукторов с направляющими втулками даны на рис 7.

Направляющие втулки устанавливают в стенках корпуса или в кондукторных плитах переставных относительно корпуса приспособления.

На рис. 8а представлено приспособление с накладкой кондукторной плитой, которая устанавливается на обрабатываемую деталь, центрируется и закрепляется на корпусе приспособления.

Перекладной или кантуемый кондуктор с откидной кондукторной плитой показаны на рис. 8б.

Обрабатываемая деталь - крышка устанавливается на центрирующее кольцо (14), угловое положение детали определяется штифтом (13). Зажимной винт (8) с гайкой - рукояткой (9) и наконечником (4) поджимают деталь к установочному элементу (14).

Подвесная кондукторная плита показана на рис. 8в. Широкое применение на сверлильных станках находят скальчатые кондукторы с подъемной кондукторной плитой, выполняющей одновременно функцию зажимного элемента. Они бывают двух типов: консольными (с одной колонкой) или консольнопортальными (с двумя колонками) (см. рис. 7). Сменные детали позволяют выполнять наладку кондуктора в соответствии с особенностями технологической операции и конструкции обрабатываемой детали. В зависимости от применяемого механизма подъема кондукторной плиты и зажима детали скальчатые кондукторы могут быть: ручного действия с реечным механизмом, пружино-кривошипным, пружино-рычажным, пружино-кулачковыми механизмами, и механизированные с пневмоприводами.

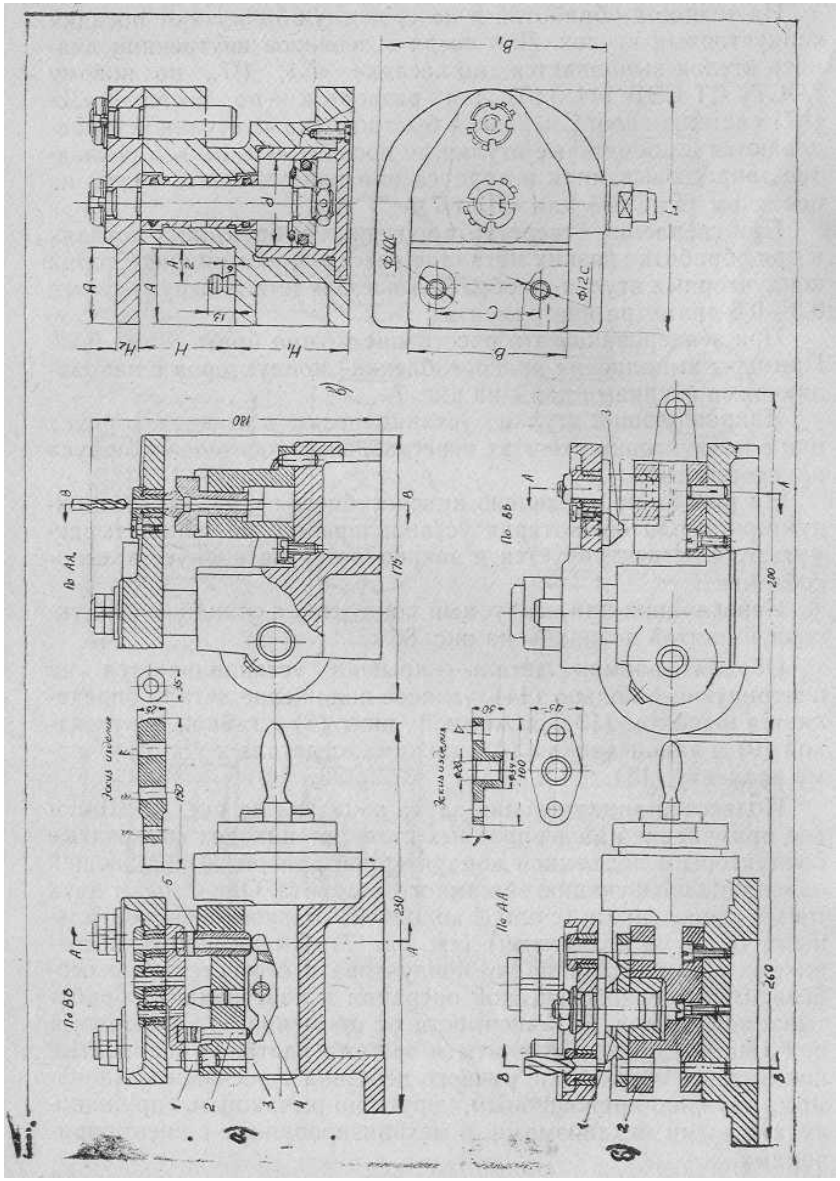


Рис.7.

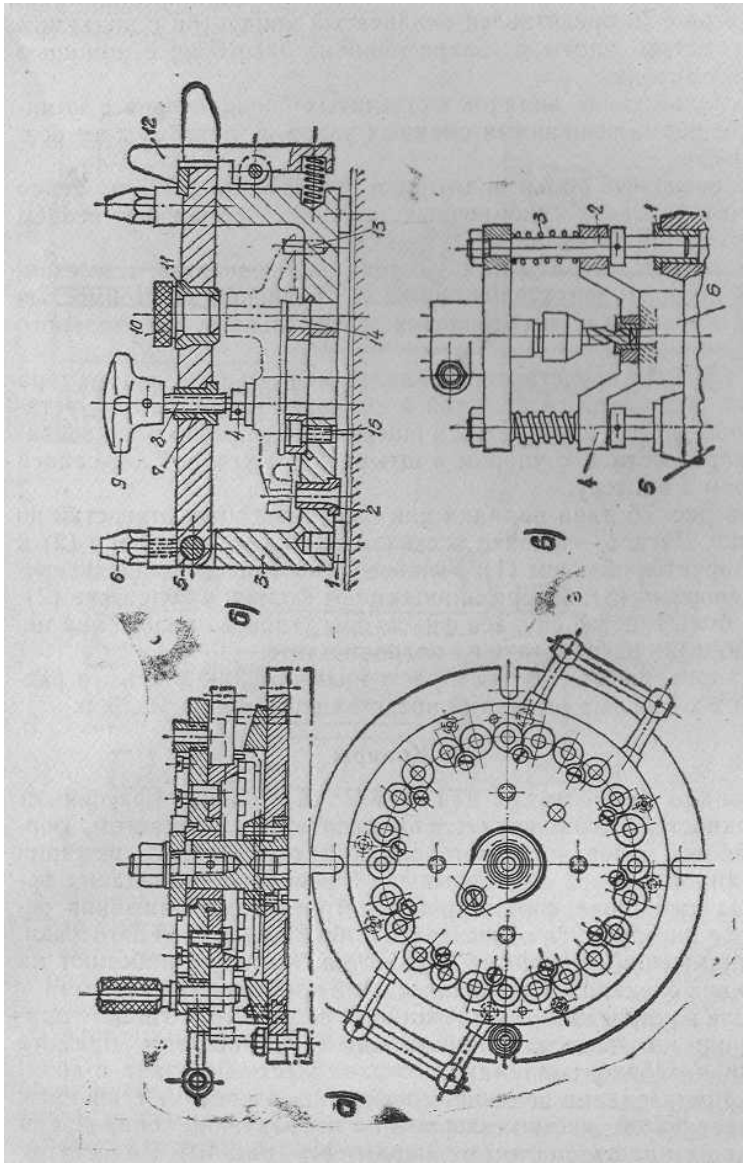


Рис.8

На рис. 7в представлен скальчатый кондуктор с подъемом кондукторной плиты и закреплением заготовки с помощью пневмопривода.

Использование наладок скальчатых кондукторов с комплектом нормализованных сменных узлов и деталей дает возможность:

Расчет приспособлений на точность_брошюра_11.pdf

Хренов Вадим Владимирович

Изучение термоэлектрического датчика

**Методические указания к лабораторным работам
По курсу «Автоматизация технологических процессов»
проектированию для студентов специальности
“Авиационные двигатели и энергетические установки”**

Редактор М.А.Соколова

Подп. в печать 10.11.08 Уч.-изд.л. – 0,62 Тираж 30 экз.
Издательский центр МАТИ. 109240 Москва, Берниковская наб.,

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«МАТИ» - РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО

Кафедра “Технология производства авиационных двигателей”

Изучение термоэлектрического датчика

Методические указания к лабораторным работам
По курсу «Автоматизация технологических процессов
проектированию для студентов специальности
“Авиационные двигатели и энергетические установки”

Составитель: Хренов В.В.

Москва 2008

Определение динамической характеристики термопары

№	t°	mV	τ

Протокол лабораторной работы №2

Курс: «Автоматизация технологических поцессов»
Студент:
Группа:
Преподаватель:

Определение статической характеристики термопары

№	t°	mV	τ

Лабораторная работа №2
Изучение термоэлектрического датчика.

Цель работы:

I. Изучение теоретических основ термоэлектрических термометров
II. Нахождение зависимости термо – ЭДС от температуры горячего спая термопары (определение статических характеристик термодатчика)
III. Определение кривой переходного процесса термодатчика
IV. Определение коэффициента передачи и постоянной составляющей времени термодатчика

Теоретические основы

Физические основы термоэлектрических термометров

Действие термоэлектрических термометров основано на свойстве металлов и сплавов создавать термоэлектродвижущую силу (термо-э.д.с.), зависящую от температуры места соединения (спая) концов двух разнородных проводников (термоэлектродов), образующих чувствительный элемент термометра – термопару. Зная закон изменения термо-э.д.с. термопары от температуры и, определяя значение термо-э.д.с. электроизмерительным прибором, можно найти искомое значение температуры в месте измерения.

Термоэлектрический термометр, состоящий из двух спаянных и изолированных по длине термоэлектродов, защитного чехла и головки с зажимами для подключения соединительной линии, является первичным измерительным преобразователем.

В качестве вторичных приборов, работающих с термоэлектрическими термометрами, применяются магнитоэлектрические милливольтметры и потенциометры.

К числу достоинств термоэлектрических термометров следует отнести достаточно высокую степень точности, большой диапазон измерения, высокую чувствительность, незначительную инерционность, отсутствие постороннего источника тока, легкость осуществления дистанционной

передачи показаний, возможность централизации контроля температуры путем присоединения нескольких термоэлектрических термометров через переключатель к одному измерительному прибору, возможность автоматической записи измеряемой температуры с помощью самопишущего прибора.

В основу измерения температуры с помощью термоэлектрических термометров положены термоэлектрические явления, открытые Зеебеком в 1821 г.

При соединении одинаково нагретых концов двух проводников из разнородных материалов, из которых в первом количество свободных электронов в единице объема больше, чем во втором, последние будут диффундировать из первого проводника во второй в большем числе, чем обратно. Таким образом, первый проводник станет заряжаться положительно, а второй – отрицательно. Образующееся при этом в месте соединения (спае) проводников электрическое поле будет противодействовать этой диффузии, в результате чего наступит состояние подвижного равновесия, при котором между свободными концами указанных проводников появится некоторая разность потенциалов (термо-э.д.с.). С увеличением температуры проводников значение этой термо-э.д.с. также увеличивается. Кроме того, термо-э.д.с. возникает и между концами однородного проводника, имеющими разные температуры. В этом случае до наступления состояния подвижного равновесия положительно заряжается более нагретый конец проводника как обладающий большей концентрацией свободных электронов по сравнению с концом, менее нагретым. Возрастание разности температур между концами проводника приводит к увеличению возникающей в нем термо-э.д.с.

Если взять цепь, составленную из двух различных термоэлектрически однородных по длине проводников А и В (например, меди и платины), то при подогреве спая 1 в цепи появится электрический ток, который в более нагретом спае 1 направлен от платины В к меди А, а в холодном спае 2 – от меди к платине. При подогреве спая 2 ток получает обратное направление. Такие токи называются *термоэлектрическими*. Электродвижущая сила, обусловленная неодинаковыми температурами мест соединения 1 и 2, называется *термоэлектродвижущей силой*, а создающий ее преобразователь – *термоэлектрическим первичным преобразователем* или *термопарой*. Спай, погружаемый в измеряемую среду, называется *рабочим* или *горячим* спаем термопары; второй спай носит

мощью тумблера Т на ЭНЭ подается напряжение. Во внутреннюю полость ЭНЭ помещается спай исследуемой термопары ХК и головка контрольного ртутного термометра на 200°С. На концах термопары закрепляется милливольтметр или компенсационный потенциометр ПП-63 для измерения термо – ЭДС термопары. Электрическая схема установки прилагается.

Порядок проведения работы

I. Определение статической характеристики термопары. Вставить в полость электронагревательного элемента термометр и рабочий конец термопары. Не включая питания зафиксировать исходную температуру и термо – ЭДС. Затем включить тумблер питания и нагревая рабочий конец термопары фиксировать через равные промежутки времени температуру и соответствующую ей термо – ЭДС. Результаты исследований занести в протокол лабораторной работы. По полученным данным построить график статической характеристики термопары $E_T = f(t^o)$ и определить коэффициент передачи $_{\Delta}U_T = tg\alpha\left[\frac{t^o}{mV}\right]$.

II. Вынуть спай исследуемой термопары из ЭНЭ и остудить до температуры окружающей среды. Довести температуру электронагревательного элемента до 180°С. Ввести спай исследуемой термопары в полость ЭНЭ. Начиная с этого момента через равные промежутки времени фиксировать термо – ЭДС по показанию милливольтметра. Опыт продолжать до тех пор, пока не прекратится рост термо – ЭДС. Результаты измерений занести в протокол лабораторной работы. По полученным данным построить график переходного процесса термопары $E_T = f(\tau)$ и методом касательной определить постоянную времени термопары $\boldsymbol{\tau}$

Контрольные вопросы:

1. Пояснить принцип работы термоэлектрических термометров
2. Разъяснить физическую сущность возникновения термо – ЭДС.
3. Перечислить основные материалы, используемые в современных термопарах.
4. Перечислить основные достоинства и недостатки термопар.
5. Перечислить основные источники погрешности возникаемые в термопарах

Рис.2. Емкостные наводки в проводниках термопары от сетевого провода

- Использовать фильтрацию сигналов для снижения уровня высокочастотных помех.
- При многоканальных измерительных системах использовать метод временного отключения не используемых в данный момент групп каналов для предотвращения суммирования их шумов с сигналом измеряемого канала.
- Используйте проводники, не отводящие тепло от измеряемой зоны.

Методы дистанционной диагностики исправности термопар

Наиболее просты и удобны программные методы диагностики, в основе которых лежит протоколирование результатов измерений температуры за некоторый период времени. В частности, поскольку температура в данном технологическом процессе может меняться с конечной скоростью, любое мгновенное изменение показаний термопарного термометра, скорее всего, является признаком ошибки или отказа.

Среди аппаратных методов наибольшее распространение получили метод закорачивания термопары и метод измерения сопротивления термопары. При закороченной термопаре измерительный прибор должен показывать температуру клеммного соединителя. Этот простой тест позволяет проверить правильность работы контроллера, измерительного устройства, устройства компенсации холодного спая, но не самой термопары.

Для проверки термопары можно использовать, например, метод контроля ее омического сопротивления. В нормальном состоянии сопротивление плавно меняется с температурой.

Если, например, в результате локального нагрева возникнет замыкание термопары, то сопротивление резко изменится, что, скорее всего, указывает на ошибку.

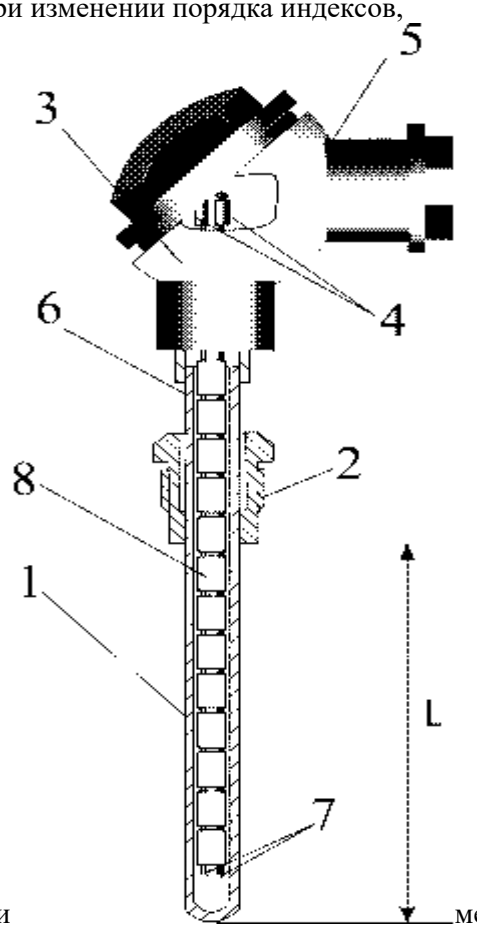
Описание лабораторной установки:

На панели укреплен электронагревательный элемент ЭНЭ, в качестве которого используется стеклованный трубчатый резистор. С по-

название *свободного* или *холодного*.Суммарную электродвижущую силу замкнутой цепи из проводников А и В, спаи которой нагреты до температур t и t_0, можно выразить уравнением:

$$E_{AB}(t,t_0= e_{AB}(t)+ e_{AB}(t0),$$

где $E_{AB}(t,t_0)$- суммарная термо-э.д.с. термопары; eAB(t)и eBA(t0) - потенциалы, возникающие в местах соприкосновения проводников. Индексы при E и e указывают направление термо-э.д.с.: от А к В или от В к А. При изменении порядка индексов,



напри мер, у символа e_{BA}, должен измениться также и знак, т.е.:

$$E_{AB}(t,t_0=e_{AB}(t)- e_{AB}(t0).$$

Так как потенциалы е спаев зависят от температуры, то суммарная термо-э.д.с., наблюдаемая в цепи из двух разнородных проводников с разными температурами спаев, равна разности функций температур t и t_0:

$E_{AB}(t,t_0)=f1(t)-f2(t_0)$.

Поддерживая температуру одного из спаев постоянной, например, полагая, что t_0 = const, т.е. $f_2(t_0)$ = const, получим:

$E_{AB}(t,t_0)=f1(t)-const$ или

$E_{AB}(t,t_0)=f(t)$, гдеf(t)=f1(t)-const.

Таким образом, если для данной термопары экспериментально, т.е. путем градуировки, найдена последняя зависимость, то измерение неизвестной температуры сводится к определению термо-э.д.с. термопары, которая невелика (0,01 – 0,06 мВ на 1° С), но все же достаточна для измерения посредством измерительного прибора.

При введении в цепь термопары третьего проводника, если концы последнего имеют одинаковые температуры, термо-э.д.с. термопары не изменяется (то же относится и к нескольким проводникам). Поэтому включение в цепь термопары соединительных проводов, измерительных приборов и подгоночных сопротивлений не отражается на точности измерения.

Устройство термоэлектрических термометров

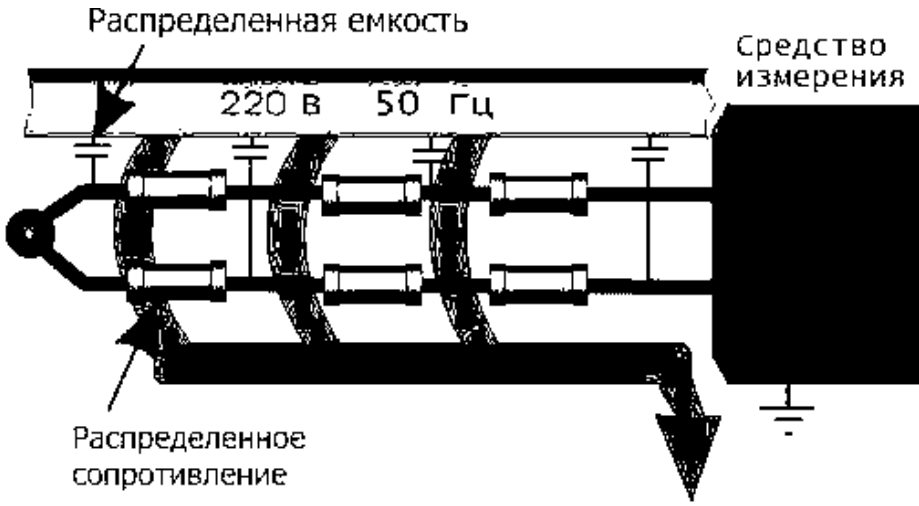
Конструктивно термоэлектрический термометр представляет собой две проволоки из разнородных материалов, нагреваемые концы которых скручиваются, а затем свариваются или спаиваются (смотри рисунок).

Для защиты от механических повреждений и воздействия среды, температура которой измеряется, электроды термоэлектрического термометра, армированные изоляцией, помещаются в специальную защитную арматуру. У рабочих термоэлектрических термометров, применяемых для измерения температуры различных сред, арматура состоит их защитной гильзы 1, неподвижного 2 или передвижного штуцера с сальниковым уплотнением (на рисунке не показан) и головки 3, соединенной с неподвижным штуцером с помощью трубки 6 или непосредственно с гильзой при передвижном штуцере. В головке, снабженной крышкой и патрубком 5 с сальниковым уплотнением, помещена розетка 4 из изоляционного ма-

Шумы и помехи

Поскольку выходной сигнал термопары очень мал, необходимо принимать специальные меры для снижения уровня шумов (и соответственно погрешности измерения). Кратко остановимся на наиболее важных из них.

- Соединительные проводники для подключения термопар должны быть изготовлены из материалов с коэффициентом Зеебека, максимально близким к материалам термопары.
- Необходимо стремиться к максимальному сокращению длины соединительных проводников между термопарой и цифровым измерительным устройством. В случае большого удаления термопары от контроллера следует использовать располагаемые в непосредственной близости от термопар специальные модули нормализации сигналов, превращающие термоЭДС в токовый сигнал (например, 4-20 мА) или непосредственно в цифровой отсчет. Кроме того, эти модули, как правило, обеспечивают гальваническую развязку сигналов и содержат устройства компенсации холодного спая. Дополнительные затраты окупаются надежностью, точностью и стабильностью работы системы.
- Как можно шире использовать экранирование термопар и соединительных проводников (рис. 2) для борьбы с помехами общего вида, особенно если проводники проходят рядом с источниками наводок и помех, а также при измерениях в электропроводящих средах.



Основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термопар

Среди источников погрешностей можно выделить как явления, специфичные только для термопар, так и общие (шумы и помехи), характерные для любых измерительных систем. Рассмотрим кратко эти явления и методы их нейтрализации.

Плохой контакт в месте спая и раскалибровка

Для соединения разнородных металлов между собой чаще всего применяются пайка припоем и сварка. При температурах, близких к точке плавления припоя, возможно нарушение контакта и даже разрыв термопары (эту ситуацию можно выявить по изменению характеристик термопары). Термопары, соединенные с помощью сварки, выдерживают более высокие температуры, однако при сварке структура и химический состав проводников могут деградировать, что приводит к возникновению погрешностей.

Раскалибровка термопары (возникновение несоответствия рабочей характеристики термопары калибровочному полиному) также может являться результатом химического изменения материала термоэлектродов под действием высоких температур. Чтобы уменьшить такие погрешности, можно прибегнуть к повторной калибровке или замене термопары.

Шунтирование термопары и гальванический эффект

При высоких температурах электрическое сопротивление материалов изоляционных оболочек термоэлектродов снижается и может стать меньше омического сопротивления R_S самих электродов. Это эквивалентно включению в цепь термопары шунтирующего резистора и образованию нового паразитного спая, имеющего температуру отличную от измеряемой.

Также при высоких температурах, особенно при измерении температуры жидкости, возможно образование (проникновение) электролита внутри термопары и возникновение гальванического эффекта, также приводящего к ошибкам измерения.

териала с зажимами для присоединения термоэлектродов 7 и проводов, соединяющих термометр с измерительным прибором или преобразователем. Длина погружаемой (монтажной) части L в среду, температуру которой измеряют, выполняется различной для каждого конкретного типа термоэлектрического термометра.

В качестве изоляции термоэлектродов термометра применяются одно- или двухканальные трубки или бусы – из фарфора (при температуре до 1300 °С) и окислов алюминия, магния или бериллия (свыше 1300 °С), надеваемые на термоэлектроды.

Рабочий конец термоэлектрического термометра можно выполнять путем сварки, пайки или скрутки. Наибольшее распространение получил способ изготовления спая с помощью сварки, а пайку применяют только в специальных случаях. Скрутку рабочего конца часто применяют для термоэлектрических термометров вольфрамрениевой и вольфрамомолибденовой групп. Сварку электродов термоэлектрического термометра производят как с предварительной скруткой термоэлектродов, так и без скрутки. Еще одним вариантом изготовления спая рабочего конца является приварка электродов к дну защитной гильзы.

Выпускаются *одинарные* (с одним чувствительным элементом) и *двойные* (с двумя чувствительными элементами) термоэлектрические термометры различных типов. Двойные термометры применяются для измерения температуры в одном и том же месте одновременно двумя вторичными приборами, установленными в разных пунктах наблюдения. Они содержат два одинаковых чувствительных элемента, заключенных в общую арматуру. Термоэлектроды их изолированы друг от друга и защитного чехла.

Типы и характеристики термоэлектрических термометров

Термоэлектрические термометры, получившие практическое применение, разделяются по материалу термоэлектродов на две группы: из благородных и неблагородных металлов и сплавов. В таблице 1 приведены наиболее распространенные типы термоэлектрических термометров, их градуировка и температурные границы их применения. При наименовании термометров первым обычно указывается положительный термоэлектрод.

Таблица 1

Стандартные рабочие термоэлектрические термометры с металлическими термоэлектродами

Тип	Наименование материалов термоэлектродов	Градуировка	Диапазон измерений при длительном применении, ° С	Допускаемый предел измерений при кратковременном применении, ° С
ТПП	Платинородий (10% родия)-платина	ПП	0...1300	1600
ТПР	Платинородий (30% родия)-платинородий (6% родия)	ПР30/6	300...1600	1800
ТВР	Вольфрамрений (5% рения)-вольфрамрений (20% рения)	ВР5/20	0...2200	2500
ТХА	Хромель-алюмель	ХА	-200...1000	1300
ТХК	Хромель-копель	ХК	-200...600	800

Платинородий-платиновые термоэлектрические термометры применяются для измерения температур в области 300-1600 ° С в окислительной и нейтральной среде. Эти термометры находятся в числе лучших термоэлектрических термометров по точности и воспроизводимости термо-э.д.с. Положительным термоэлектродом у этих термометров является платинородий (сплав 90% Pt и 10% Rh), отрицательным – чистая платина.

Хромель-копелевые термоэлектрические термометры типа ТХК широко применяются для измерения температур различных сред. Для изготовления положительного термоэлектрода используется хромель Т,

представляющий собой жаропрочный немагнитный сплав на никелевой основе (80% Ni, 9,8% Cr, 10% Fe, 0,2% Mn). Отрицательный термоэлектрод – копель, сплав из меди и никеля (56% Cu, 44% Ni).

Хромель-алюмелевые термоэлектрические термометры типа ТХА широко применяются для измерения температур газовых сред, пара и жидкостей. Положительным термоэлектродом является хромелевая проволока, отрицательным служит алюмель, представляющий собой магнитный сплав на никелевой основе (94% Ni, 2% Al, 2,5 Mn, 1% Si, 0,5% примесей).

Термоэлектродные материалы

Значение развиваемого термо-э.д.с. зависит от материала термоэлектродов и температуры рабочего и свободного концов термометра. В качестве термоэлектродов преимущественно применяются те металлы и сплавы, которые развивают сравнительно большие термо-э.д.с. Применение термометров с более высокими значениями термо-э.д.с. увеличивают надежность измерения температуры. Создаваемая термометрами термо-э.д.с. сравнительно невелика; она составляет не более 8 мВ на каждые 100° С и при измерении высоких температур не превышает 70 мВ.

В качестве термоэлектродных материалов для изготовления термометров применяются главным образом чистые металлы и их сплавы. Наибольшее распространение для изготовления термоэлектрических термометров получили материалы: платина, платинородий, хромель, алюмель и копель. Для измерений в лабораторных установках находят также применение медь, железо и константан и др.

К термоэлектродным материалам, предназначенным для изготовления термоэлектрических термометров, предъявляют ряд требований:

- жаростойкость и механическая прочность;
- химическая инертность;
- термоэлектрическая однородность;
- стабильность и воспроизводимость термоэлектрической характеристики;
- однозначная, желательно близкая к линейной, зависимость термо-э.д.с. от температуры;
- высокая чувствительность.

Расчет гидропневмоприводов 11 брошюра.pdf

Бабин Сергей Васильевич
Жохов Юрий Васильевич

РАСЧЕТ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДА

Методические указания к практическим занятиям,
курсовому и дипломному
проектированию для студентов специальности
“Авиационные двигатели и энергетические установки”

Редактор М.А.Соколова

Подп. в печать 10.11.08 Уч.-изд.л. – 0,52 Тираж 30 экз.

Издательский центр МАТИ. 109240 Москва, Берниковская наб., 14

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«МАТИ» - РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО

Кафедра “Технология производства авиационных двигателей”

РАСЧЕТ ПРИВОДОВ ЗАЖИМНЫХ УСТРОЙСТВ

Методические указания к практическим занятиям,
курсовому и дипломному
проектированию для студентов специальности
“Авиационные двигатели и энергетические установки”

Составители: Бабин С.В.
Жохов Ю.В.

Москва 2008

1.4. Пневмогидропривод

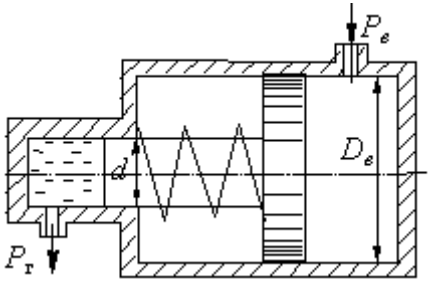


Рис. 9. Пневмогидропривод.

Пневмогидропривод (рис. 9) состоит из силового гидравлического цилиндра и пневмогидравлического усилителя давления. Усилители давления бывают двух типов: прямого и последовательного.

Принцип работы усилителя прямого действия основан на непосредственном преобразовании сжатого воздуха низкого давления $P_в$ в высокое давление жидкости $P_г$. Отношение $(D_в / d_г)^2$ называется коэффициентом усиления.

Контрольные задания.

Задание 1.
Достоинства и недостатки пневмокамер.
Рассчитать пневмоцилиндр по данным преподавателя
Задание 2.
Конструкция и применение пневмогидропривода.
Рассчитать пневмокамеру по данным преподавтеля

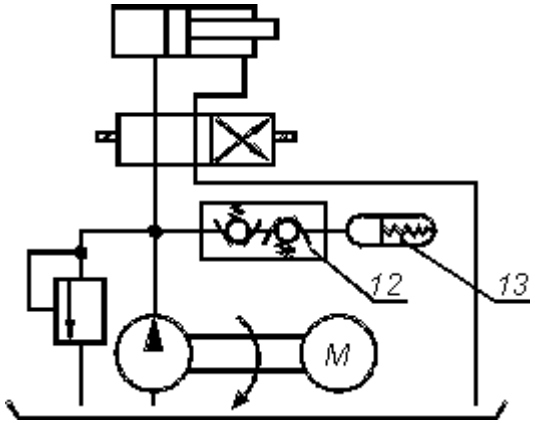


Рис. 7. Схема гидропривода с одним насосом и гидроаккумулятором.

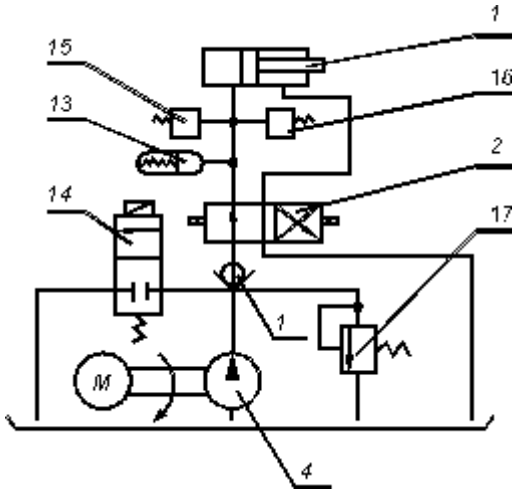


Рис. 8. Схема гидропривода с насосом и аккумулятором.

Расчет приводов зажимных устройств

Приводы используются в приспособлениях с зажимными устройствами первой и третьей групп. В зажимных устройствах первой группы применяются пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, механогидравлические, центробежно-инерционные и другие приводы. В третьей группе – вакуумные, магнитные, электростатические и др.

1. Пневматический привод

Пневматический привод состоит из пневмодвигателя, воздухопроводов и пневматической аппаратуры различного назначения. Энергоносителем здесь является сжатый воздух с давлением P = 0,4 – 0,6 Мпа. Расчет на прочность элементов пневмопривода производят при давлении P = 0,6 МПа, а величину развиваемого им усилия P_u при давлении P = 0,4 МПа.

Пневмодвигатели выполняют в виде поршневых цилиндров и диафрагменных пневмокамер.

1.1. Поршневые двигатели (пневмоцилиндры)

Они подразделяются на одинарные и сдвоенные. В одинарных имеется один поршень, а в сдвоенных – два. Они могут быть также одностороннего и двухстороннего действия (рис. 7.1).

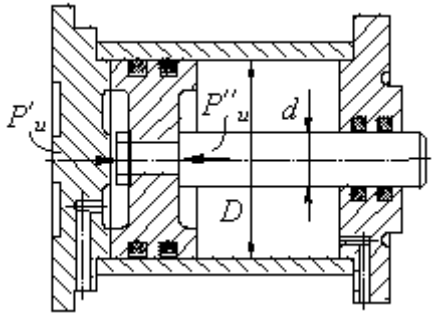


Рис. 71. Пневмоцилиндр двухстороннего действия

1. Для пневмоцилиндров одностороннего действия

$$P_ц = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta - q;$$

$$q = к \cdot a;$$

$$D = 2\sqrt{\frac{P_ц + q}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

где *к* – характеристика пружины,

а – величина сжатия.

2. Для пневмоцилиндров двухстороннего действия

$$P_ц' = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta,$$

$$P_ц'' = \frac{\pi \cdot \left(D^2 - d^2\right)}{4} \cdot p \cdot \eta$$

$$P_ц'' = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta,$$

где η – КПД $\approx$ 0,85,

q – сопротивление возвратной пружины.

малой производительности (рис. 7) в сочетании с гидроаккумуляторами 13. Здесь при зажиме масло подается одновременно аккумуляторам и насосам. После зажима насос через клапанную пробку 12 пополняет аккумулятор.

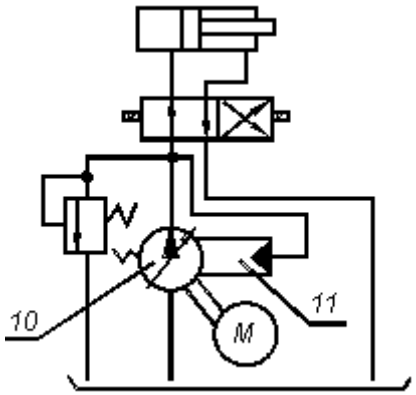


Рис. 6. Схема гидропривода с одним насосом.

Производительность насоса должна обеспечить зарядку аккумулятора за время зажима – выполнения рабочих операций. Такую схему применяют при сравнительно небольшом времени зажима.

При большой продолжительности выполнения рабочих операций выполнят более сложную схему с гидроаккумулятора (рис. 7.8). Насос 4 высокого давления и большой производительности подает масло через обратный клапан 9, золотник 2 с электроуправлением в гидроцилиндр 1 и гидроаккумулятор 13. когда давление в гидросистеме достигает максимального значения, на которое настроен предохранительный клапан 14, реле давления 15 с помощью золотника 14 переключает поток масла от насоса на слив. Тогда давление в системе поддерживается аккумулятором. При падении давления до минимального рабочего срабатывает реле давления 16, переключающее золотник 14, вследствие чего насос снова нагнетает масло в систему и заряжает аккумулятор.

давления (рис. 4).

Можно выполнить привод только с одним насосом низкого давления в сочетании с мультипликатором 7. При повышениях давления в системе специальный напорный золотник 8 включает мультипликатор, который благодаря разности площадей поршня и штока-плунжера повышает давления в цилиндре; обратный клапан 9 отключает часть системы с низким давлением. Такое устройство (рис. 7.5) может быть использовано при самотормозящихся передачах; при несамотрмозящих передачах можно использовать только для кратковременного зажима. В противном случае мультипликатор должен был бы компенсировать большие объемные потери масла и его габаритные размеры при этом сильно бы возросли.

Применяют также привод с насосом 10, (рис. 6) автоматически регулирующим производительность по давлению. При увеличении давления в системе цилиндр управления 11 уменьшают производительность насоса до величины, необходимой для компенсации объемных утечек.

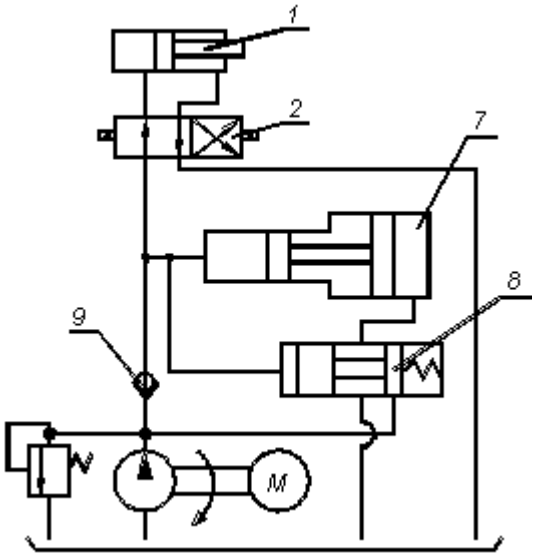


Рис. 5. Схема гидропривода с одним насосом и мультипликатором.

Можно выполнить привод только с одним насосом высокого давления, но

1.2. Диафрагменные пневмокамеры

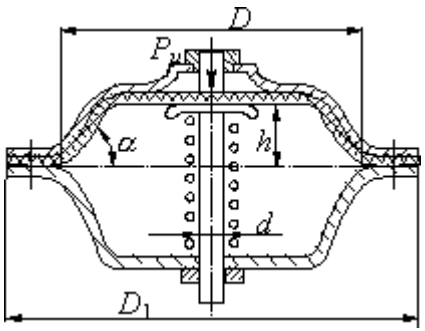


Рис. 2. Диафрагменная пневмокамера

1. Для пневмокамер одностороннего действия

$$P_u = \frac{\pi \cdot (D+d)^2}{16} \cdot p - q \quad .$$

2. Для пневмокамер двухстороннего действия

$$P_u = \frac{\pi \cdot (D+d)^2}{16} \cdot p$$

Диафрагменные пневмокамеры (рис. 2) в силовом отношении отличаются от поршневых тем, что развиваемое ими усилие P_u изменяется по мере движения штока.

Достоинства пневмокамер:

- рабочая камера не обрабатывается и гораздо дешевле пневмоцилиндров;
- герметичны;
- долговечны.

Недостатки:

- малый ход поршня;
- падения усилия по длине хода штока;
- диаметральные размеры больше осевых.

1.3. Гидравлический привод

Гидравлический привод состоит из силового гидравлического цилиндра, насоса, бака, трубопроводов, аппаратуры управления и регулирования. Гидроцилиндры бывают одностороннего и двухстороннего действия. Благодаря использованию более высокого давления жидкости по сравнению с пневмоприводом при тех же развиваемых усилиях имеет меньшие габариты и вес; масло обеспечивает смазку трущихся частей.

Недостатки гидроприводов:

- сложность гидроустановки и необходимость в дополнительной площади для ее размещения;
- большая стоимость.

Простейшая схема с одним насосом приведена на рис 3.

Масло от насоса 4 направляется золотником управления 2 в одну из полостей гидроцилиндра 1. Когда передается к зажимным элементам несамотормозящиеся, масло должно подаваться в систему под рабочим давлением в течении всего времени работы механизма зажима и почти весь расход масла (за исключением утечек) должен проходить через переливной клапан 3, настроенный на рабочее давление, что вызывает нагрев масла и непроизводительным затрат энергии. Поэтому такую схему целесообразно применять в случаях, когда передают к зажимным элементам самотормозящяся и насос после зажима может отключаться .

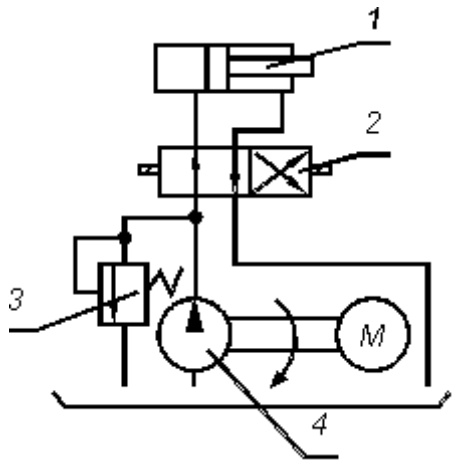


Рис. 3. Схема гидропривода с одним насосом.

Для уменьшения затрат мощности выполняют привод с двумя насосами:

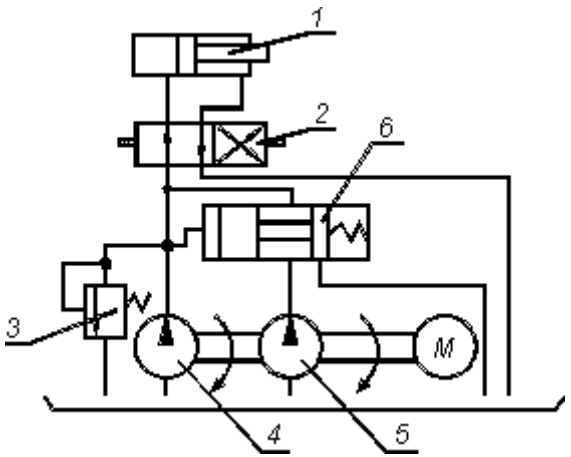


Рис. 4. Схема гидропривода с двумя насосами.

5 – низкого давления и большой производительности и 4 – высокого давления и малой производительности. При холостом ходе масло поступает в цилиндр 1 одновременно от обоих насосов. После замыкания механизма (упора зажимного элемента в деталях) давления в системе увеличивается, и напорный золотник 6 отключает насос низкого давления. В дальнейшем будет уже работать только насос высокого

Экзамен (7 семестр).pdf

Типовые контрольные задания и оценочные средства

1. Типовые вопросы к промежуточной аттестации экзамену

1. Роль технологической оснастки в современном производстве, перспективы ее развития и применения на станках и автоматических линиях, в гибких производственных системах. 2. Определение понятия "технологическая оснастка" и "станочное приспособление".
3. Назначение станочных приспособлений, преимущества их использования.
4. Классификация приспособлений по целевому назначению, степени механизации и специализации.
5. Основные элементы и устройства станочных приспособлений, их характеристика.
6. Основные положения теории базирования. Правило шести точек. Рекомендации по выбору технологических баз.
7. Типовые схемы базирования заготовок в приспособлениях.
8. Влияние приспособления на точность обработки, погрешности установки заготовок в приспособлениях. Методика расчета приспособлений на точность.
9. Классификация опор, требования, предъявляемые к установочным элементам. Графические обозначения опор и установочных устройств.
10. Выбор конструкций опор при базировании заготовок по плоскости. Стандарты на установочные элементы.
11. Выбор конструкций опор при базировании заготовок по наружным цилиндрическим поверхностям. Стандарты на установочные элементы.
12. Выбор конструкций опор при базировании заготовок по отверстиям. Стандарты на установочные элементы.
13. Назначение и классификация зажимных устройств, требования, предъявляемые к ним.
14. Рекомендации по выбору места и направления усилия зажима заготовки. Определение количества точек приложения зажимных усилий.
15. Методика расчета необходимого усилия зажима заготовки. Типовые схемы расчета зажимного усилия.
16. Конструкции винтовых зажимных устройств, их назначение и расчет. Стандарты на винтовые зажимные устройства.
17. Конструкции эксцентриковых зажимных устройств, их назначение и расчет. Стандарты на эксцентриковые зажимные устройства.
18. Конструкции клиновых и рычажных зажимных устройств, их назначение и расчет. Стандарты на клиновые и рычажные зажимные устройства.
19. Назначение и классификация установочно-зажимных устройств, границы их применимости.
20. Характеристика клиновых и рычажных установочно-зажимных устройств.
21. Конструкции цанг, характеристика цанговых установочно зажимных устройств.

2. Типовые задания для выполнения курсовой работы

1. Проектирование и расчет приспособления для сверления отверстия

2. Проектирование и расчет приспособления для фрезерования паза
3. Проектирование и расчет токарного приспособления

Проектные задания формируются по темам предполагаемой выпускной квалификационной работы студента.

3. Вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа «Выбор системы станочных приспособлений»

1 Цель классификации приспособлений на системы?

2 Назовите характеристики, позволяющие классифицировать системы приспособлений?

3 Продолжительность каких работ входит во время оперативного оснащения (ВОО)?

4 Назовите значения ВОО для различных систем приспособлений?

5 Зависимость конструкции приспособления от типа производства?

6 Назовите параметры по которым выбирается системы приспособлений?

7 Отличительные признаки систем приспособлений - УБП, УСПО, УНП, СНП, СРП, НСП?

Лабораторная работа «Технологические возможности универсальных безналадочных приспособлений (УБП)»

1 Какие заготовки устанавливаются и закрепляются в трехкулачковом самоцентрирующем патроне?

2 Какие заготовки закрепляются в несамоцентрирующем патроне?

3 В каких случаях заготовки закрепляют в патроне и поджимают задним центром?

4 Заготовки каких деталей устанавливают и закрепляют в центрах?

5 Какой центр называется передним, а какой - задним?

6 В чем заключается особенность работы переднего и заднего центров?

7 Какую подготовку должна пройти заготовка перед установкой, закреплением и обработкой в центрах?

8 Назначение жесткого опорного центра?

9 Какие центры называются грибковыми, как они работают, в каких случаях их применяют?

10 Каковы условия получения правильной цилиндрической поверхности при обработке заготовки в центрах?

11 Как проверить совпадение осей переднего и заднего центра?

12 Для чего предназначены поводковые устройства, применяемые для обработки заготовок?

13 Каковы разновидности поводковых устройств?

14 Заготовки каких деталей обрабатывают в люнетах?

15 Какие существуют типы люнетов и условия их применения?

16 В каких случаях используют крепление детали к планшайбе?

17 Для чего при обработке заготовок на планшайбе применяют притивовес?

18 Какие основные части трехкулачкового самоцентрирующего патронв?

19 Какие патроны называют самоцентрирующими?

20 Как взаимодействуют основные части патрона при зажиме и разжиме заготовки?

21 Причина относительно быстрого износа кулачков самоцентрирующего патрона и потеря им точности?

22 Какие разновидности и области применения цанговых патронов вы знаете?

23 Основные части цанговых патронов и принцип их взаимодействия?

24 В каких случаях прибегают к закреплению заготовок в универсальном четырехкулачковом патроне?

25 Каковы основные части четырехкулачкового патрона?

26 Почему этот патрон называют универсальным и несамоцентрирующим?

27 Какую конусность имеют конусные оправки?

28 Какой поверхностью базируются заготовки на оправке и какие поверхности при этом могут быть обработаны?

29 Как насаживают заготовку на оправку, что удерживает ее на оправке и как ее снимают?

30 Какое техническое требование обеспечивается при изготовлении деталей на конусной оправке?

Лабораторная работа «Выбор приспособлений по коду детали»

1 Как происходит выбор принципиальной схемы приспособления при конструировании?

2 Принципиальные положения выбора технологической оснастки по коду детали и коду приспособления?

3 Какие признаки используются при классификации деталей?

4 Назовите последовательность процесса выбора?

5 Преимущества и недостатки метода выбора технологической оснастки по коду детали и коду приспособления?

6 Какие подразделения предприятия используют информацию ИПС?

7 Указать наиболее перспективные направления использования методики выбора приспособлений?

Лабораторная работа «Расчет погрешности базирования заготовок деталей в станочных приспособлениях»

1 Когда погрешность базирования детали равна нулю?

2 Какое неравенство должно соблюдаться при установке детали на два цилиндрических пальца?

3 Как определить величину поворота детали при установке ее по плоскости и отверстиям на два пальца?

4 Какими могут быть измерительные базы для размера h (h1, h2, h3) при установке вала на призму?

5 Что называется погрешностью базирования?

6 Что понимается под терминами: «технологическая база», «конструкторская база», «измерительная база»?

7 Что понимается под терминами: «установочная база», «направляющая база», «опорная база»?

Лабораторная работа «Погрешности установки заготовки в приспособление»

1 Что понимают под термином погрешность базирования заготовки в приспособлении и как определяется ее величина?

2 Что понимают под термином погрешность закрепления заготовки в приспособлении?

3 Что понимают под термином погрешность установки заготовки в приспособлении?

Лабораторная работа «Проектирование станочного приспособления»

1 Перечислите основные эксплуатационные требования к приспособлениям?

2 Назовите основные этапы оформления чертежа общего вида?

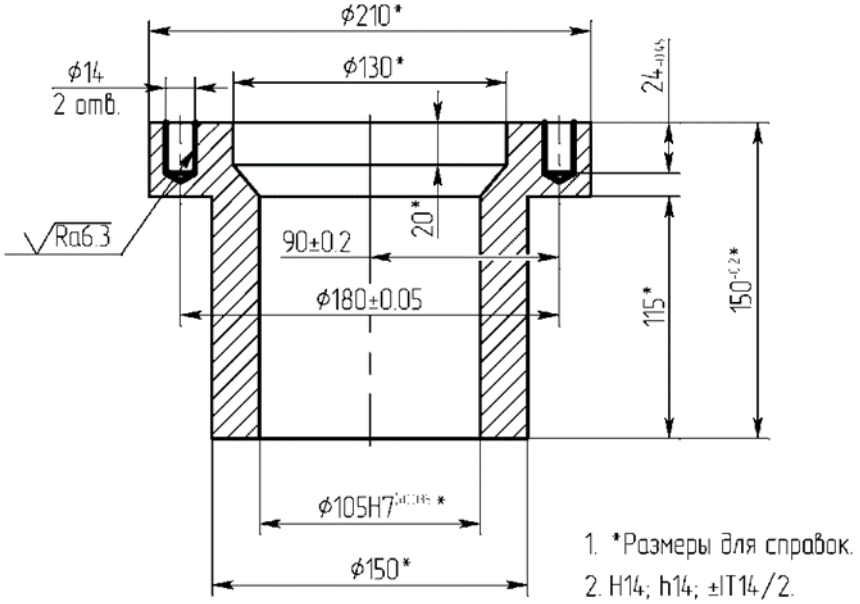
3 Для чего корпус приспособления оснащается установочным пальцем, привертными шпонками?

4 Какие параметры приспособления обозначаются на сборочном чертеже?

4. Типовые задания к практическим работам

Практическая работа «Расчет потребного усилия зажима заготовки в приспособлении»

Пример задания:

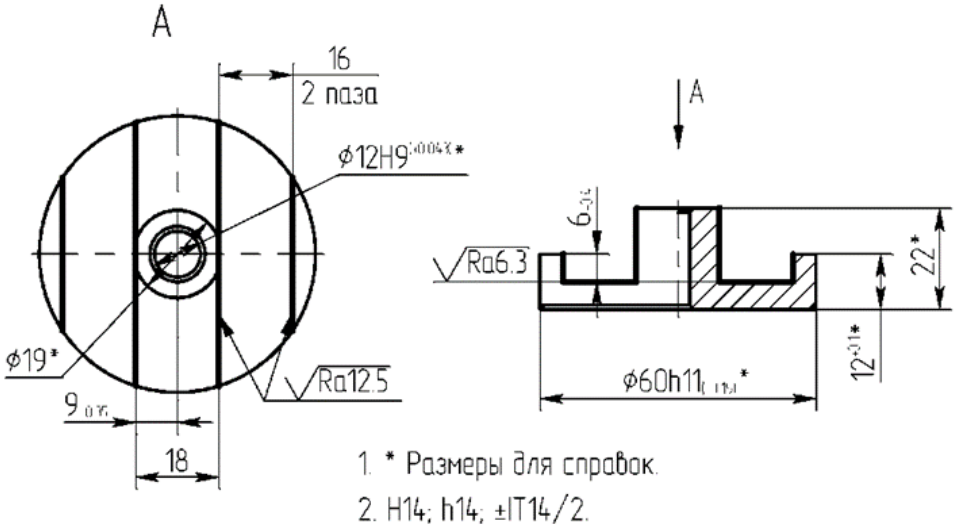


Вопросы:

1 Требования к зажимным устройствам станочных приспособлений.
2 В каких случаях исчезает необходимость применения зажимных устройств.
3 Какие факторы учитывает коэффициент надежности закрепления?
4 На какие группы делятся зажимные устройства?
5 Порядок определения величины необходимого зажимного усилия закрепления.
6 Какие факторы определяют принцип действия и конструкцию за-жимного устройства?

Практическая работа «Расчет станочных приспособлений с рычажными и винтовыми зажимами»

Пример задания:

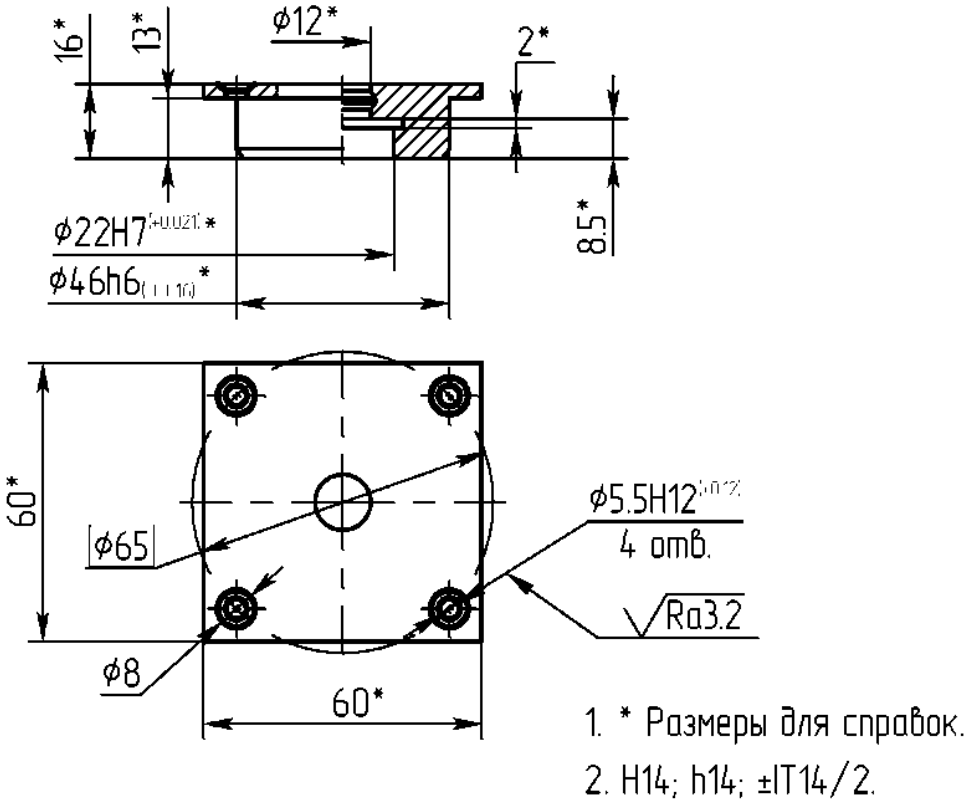


Вопросы:

1 Область применения рычажных зажимных устройств.
2 Конструктивные исполнения рычажных зажимных устройств.
3 Порядок расчета рычажных зажимных устройств.
4 Область применения винтовых зажимных устройств.
5 Конструктивные исполнения винтовых зажимных устройств
6 Порядок расчета винтовых зажимных устройств
7 Конструктивные исполнения комбинированных зажимных устройств.
8 Материалы, применяемые для изготовления деталей винтовых и комбинированных зажимных устройств.

Практическая работа «Расчет станочных приспособлений с эксцентриковыми приводами зажимных устройств»

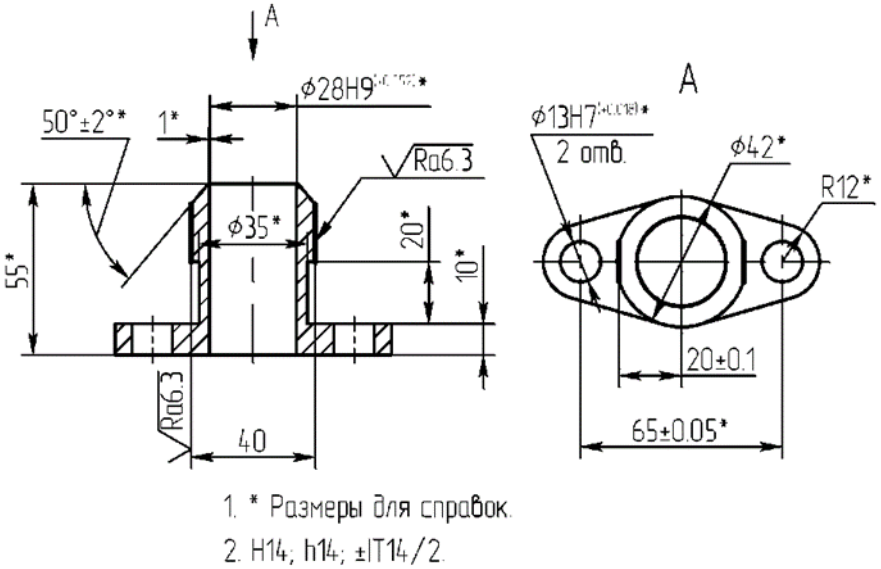
Пример задания:



Вопросы:

1 Область применения эксцентриковых зажимных устройств.
2 Материалы, применяемые для изготовления эксцентриков.
3 Условие самоторможения эксцентрика.
4 Порядок расчета эксцентрика.
5 Как определяется радиус цапфы эксцентрика?
6 Как определяется ширина эксцентрика?

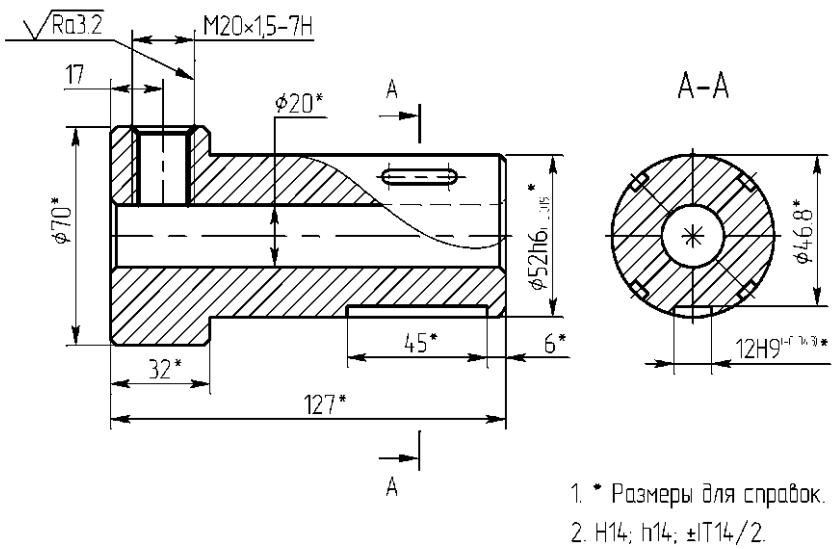
Практическая работа «Расчет станочных приспособлений с гидропластовыми зажимными устройствами»
Пример задания:



Вопросы:

1 Область применения приспособлений с гидропластовыми зажимными устройствами.
2 Материалы применяемые для изготовления основных деталей гид-ропластовых зажимных устройств.
3 Технические требования на изготовление тонкостенных втулок гидропластовых зажимных устройств.
4 Порядок расчета гидропластовых зажимных устройств.
5 Что является исходными данными для расчета тонкостенных втулок.
6 Последовательность расчета тонкостенных втулок.

Практическая работа «Расчет станочных приспособлений с гидравлическими приводами зажимных устройств»
Пример задания:

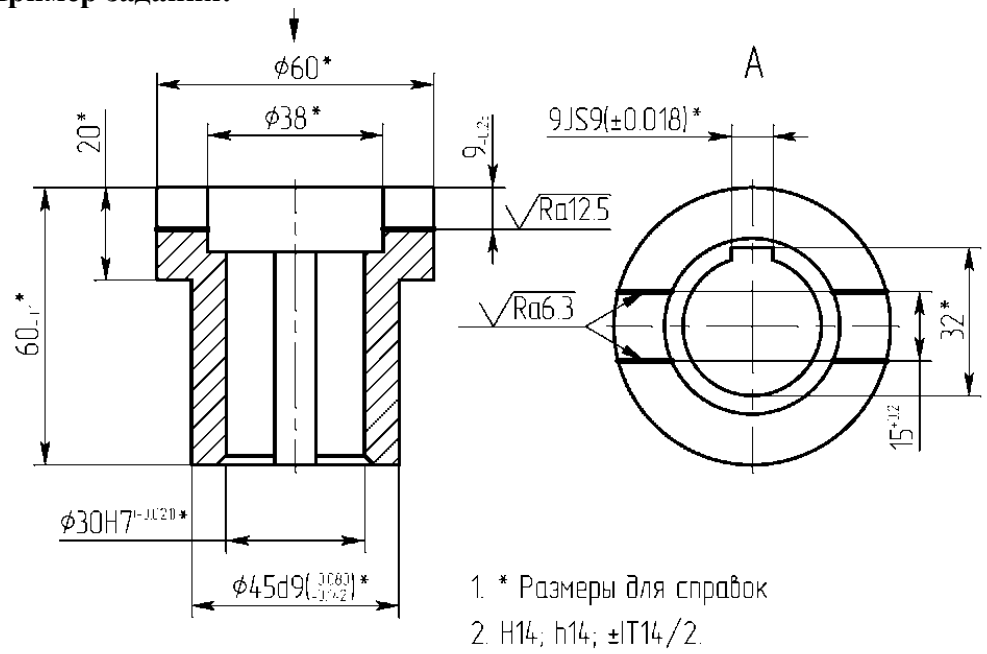


Вопросы:

1 Область применения станочных приспособлений с гидроприводом.
2 Виды гидроцилиндров, применяемых в станочных приспособлениях.
3 Виды уплотнений применяемых в гидроцилиндрах станочных приспособлений.
4 Порядок расчета конструктивных размеров гидроцилиндров станочных приспособлений.
5 Какие элементы входят в состав гидропривода станочных приспособлений?
6 Порядок расчета основных характеристик гидропривода.

Практическая работа «Расчет станочных приспособлений с пневмогидравлическими приводами зажимных устройств»

Пример задания:

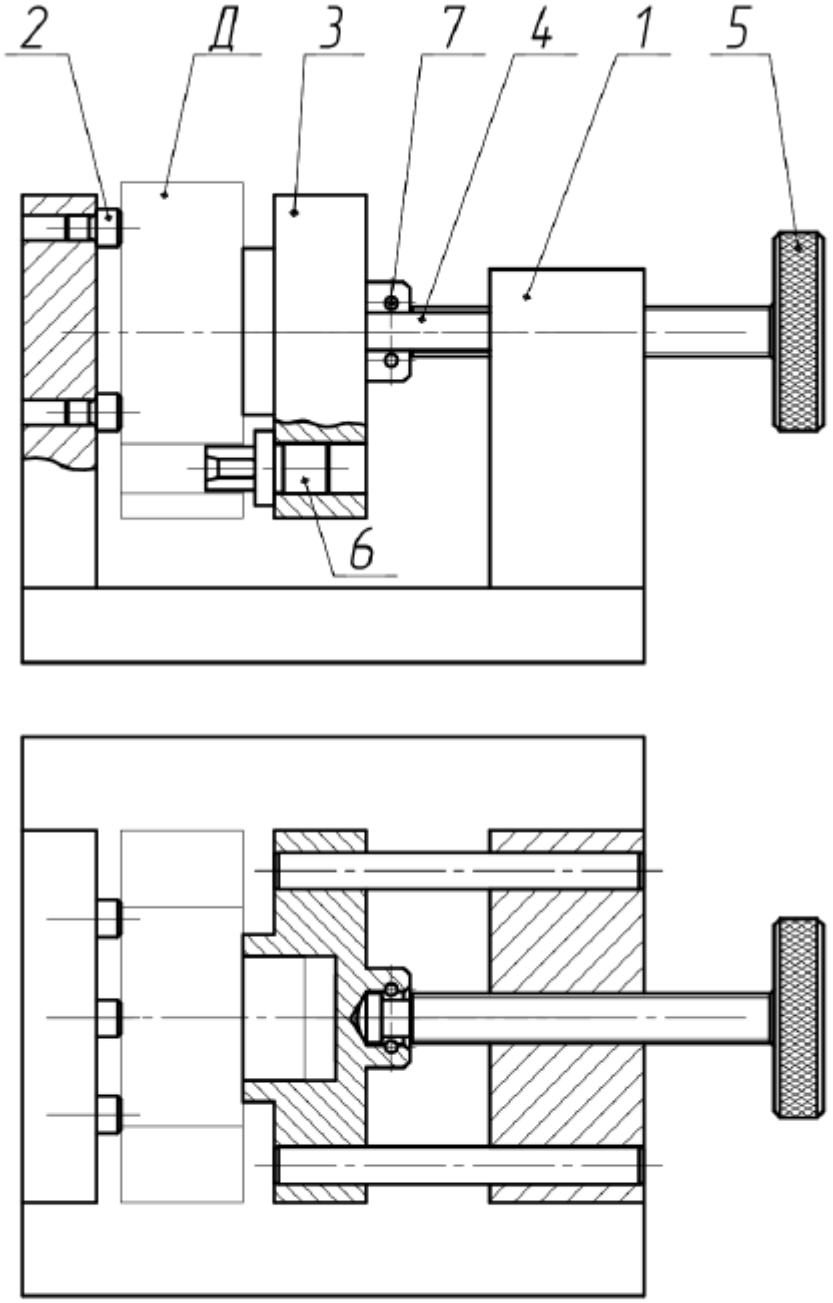


Вопросы:

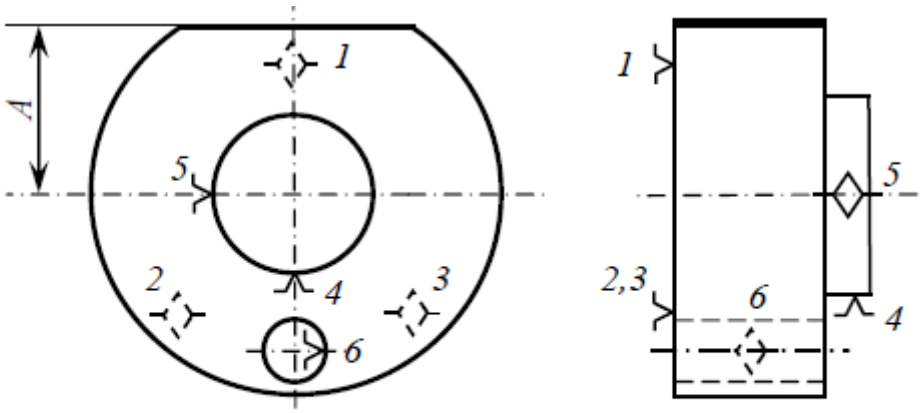
1 Область применения станочных приспособлений с пневмогидроприводом.
2 Виды уплотнений применяемых в пневмогидросистемах станоч-ных приспособлений.
3 Порядок расчета конструктивных размеров пневмогидроприводов станочных приспособлений.

4 Какие элементы входят в состав пневмогидропривода станочных приспособлений?
5 Порядок расчета величины хода штока пневмоцилиндра станочного приспособления с пневмогидроприводом.
6 Порядок расчета основных характеристик пневмогидропривода станочного приспособления.

Практическая работа «Расчет точности станочного приспособления»
Пример задания:



1 – корпус; 2 – установочные элементы (опоры); 3 – зажимной элемент; 4 – направляющие штифты; 5 – винт; 6 – срезанный палец; 7 – фиксирующий штифт; Д – заготовка



1, 2, 3 – технологическая установочная явная база;
4, 5 – технологическая двойная опорная явная база;
6 – технологичсекая опорная явная база

Вопросы:

1 Что включает в себя понятие «погрешность установки заготовки».
2 Что такое погрешность базирования заготовки ?
3 Что такое погрешность закрепления заготовки и какими факторами определяется её величина?
4 Как при расчете точности приспособления учитывается износ установочных элементов.
5 Как рассчитывается погрешность установки приспособления на станке.

4. Процедуры оценивания знаний

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине «Технологическая оснастка», осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля.

Объектами оценивания при текущем контроле являются:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения учебных заданий, посещаемость всех видов занятий по дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- Защита выполненных лабораторных и практических работ;
- Защита курсовой работы

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологическая оснастка» проводится в соответствии с Учебным планом в форме экзамена с учетом результатов выполнения курсовой работы, защит лабораторных и практических занятий. Студенты допускается к зачету по дисциплине в случае выполнения курсовой работ и лабораторных и практических работ. В случае наличия учебной задолженности по текущей успеваемости студент самостоятельно отрабатывает образовавшуюся задолженность и дополнительно отчитывается перед преподавателем в установленной им форме.

Защита курсовой работы проводится в устной форме с обязательным представлением результатов разработки технологического процесса. Допускается электронная форма комплекта чертежей и пояснительной записки с обязательной распечаткой титульного листа для сбора подписей. На защиту одной курсовой работы отводится 15 минут: 10 минут на доклад студента и 5 минут на вопросы преподавателя.

Экзамен проводится в устной форме. Преподавателю предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы в объёме содержания дисциплины. Оценка знаний студента на экзамене носит комплексный характер и выставляется по результату оценки ответа на экзамене и результату текущей успеваемости в семестровый период.

Составитель _____ Е.Н. Егоров