

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям

по дисциплине «Проектирование технологической оснастки для
технического обслуживания и ремонта автомобилей»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.	
Определение области рационального применения стандартных систем станочных приспособлений.....	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2.	
Выбор рациональных схем базирования при установке заготовки на призму.....	17
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.	
Изучение устройства и принципа действия съемников винтовых.....	26
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.	
Изучение методики расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений деталей с натягом.....	34
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.	
Изучение методики расчета цилиндрической оправки с гарантированным зазором.....	41
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6.	
Изучение методики расчета конической оправки.....	48
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7.	
Изучение методики расчета прессовой оправки.....	55
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8.	
Изучение устройства технологической оснастки с пневматическим приводом.....	62
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.	
Изучение методики расчета технологической оснастки с пневматическим приводом.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Основную группу технологической оснастки для ремонта и обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин составляют приспособления. Приспособлениями в ремонтном производстве называют вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций обработки, сборки-разборки и контроля.

Применение приспособлений позволяет: устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить точность выполняемых работ, увеличить производительность труда, снизить себестоимость продукции, облегчить условия работы и обеспечить её безопасность, расширить технологические возможности оборудования, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих.

Основными требованиями при проектировании приспособлений ремонтного производства является высокая прочность и надежность, простота конструкции, минимальная масса, технологичность. В практикуме даны рекомендации по определению области рационального применения стандартных систем станочных приспособлений, выбору рациональных схем базирования, изучению устройства, принципа работы и проектирования разборочно-сборочных, зажимных приспособлений, оправок. Представлены методики проектирования приводов приспособлений. Выполнение практических работ необходимо для освоения профессиональных компетенций: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-5 - владением основами методики разработки проектов и программ для отрасли, проведения необходимых мероприятий, связанных с безопасной и эффективной эксплуатацией транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, а также выполнения работ по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, по рассмотрению и анализу различной технической документации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ СИСТЕМ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Цель работы: Освоение методики выбора рациональных систем станочных приспособлений и определения затрат на оснащение ими технологических операций.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Виды, устройство, принцип работы современных образцов приспособлений и область их применения.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определять зоны рентабельности применения систем станочных приспособлений, следить за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-5 - владением основами методики разработки проектов и программ для отрасли, проведения необходимых мероприятий, связанных с безопасной и эффективной эксплуатацией транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, а также выполнения работ по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, по рассмотрению и анализу различной технической документации.

Актуальность темы: При изготовлении и восстановлении деталей машин большое значение имеет технологическая подготовка производства, основную долю затрат по стоимости и трудоемкости в которой вносит проектирование и изготовление технологической оснастки, в

частности, затраты на создание станочных приспособлений. Обоснованное применение системы приспособления позволяет получать высокие технико-экономические показатели. Поэтому актуальной является задача освоения методики определения области рационального применения стандартных систем приспособлений.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

По целевому назначению различают пять групп приспособлений:

1. Станочные приспособления для установки заготовок на станках, которые в зависимости от вида обработки делят на токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные, расточные, протяжные, строгальные и другие.

2. Станочные приспособления для установки обрабатывающих инструментов (вспомогательный инструмент), характеризующиеся большим числом нормализованных конструкций в силу применения нормализованных и стандартных рабочих инструментов. В состав этой группы входит 70...80 % от общего количества приспособлений.

3. Сборочные приспособления для обеспечения правильного взаимного положения деталей и сборочных единиц, предварительного деформирования собираемых упругих элементов (резиновых деталей, пружин, рессор), напрессовки, запрессовки, вальцовки, клепки, гибки по месту и других сборочных операций.

4. Контрольные приспособления, предназначенные для проверки точности заготовок, промежуточного и окончательного контроля изготавливаемых деталей, проверки сборочных операций, сборочных единиц и машин (к этой группе относятся также испытательные и контрольно-измерительные стенды).

5. Транспортно-кантовальные приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок и собираемых изделий (обычно тяжелых), применяемые, в основном, в автоматизированном массовом и крупносерийном производствах.

По степени специализации подразделяют на три группы, в каждую из которых входят соответствующие системы станочных приспособлений, предусмотренные ЕСТПП и Р 50-54-11-87 «Рекомендации. Единая система технологической подготовки производства. Общие положения по выбору, проектированию и применению средств технологического оснащения»: *специальные (одноцелевые, непереналаживаемые); универсальные (многоцелевые, широкопереналаживаемые); специализированные (узкоцелевые, ограниченно переналаживаемые).*

В отдельную систему можно выделить средства механизации зажима станочных приспособлений (СМЗСП).

Эти три вида по Р 50-54-11-87 подразделяются на шесть стандартных систем: неразборные специальные (НСП), универсально-сборные (УСП), универсальные безналадочные (УБП), универсальные наладочные (УНП), сборно-разборные (СРП), специализированные наладочные (СНП).

НСП – неразборные специальные приспособления. Содержат комплексы преимущественно стандартных сборочных единиц, деталей и заготовок, а также нестандартных элементов для изготовления высокопроизводительных специальных приспособлений и сменных специальных наладок. Применяют для стабильного крупносерийного и массового производств.

В условиях среднесерийного и мелкосерийного производства выгодны системы УСП, СРП, УНП, СНП и другие СП многократного применения.

УСП – универсально-сборные приспособления. УСП является одноцелевым по назначению, но универсальными по изготовлению. Собирают из заранее изготовленных деталей и сборочных единиц без последующей доработки. В комплект УСП входят: базовые и корпусные детали (плиты прямоугольные, плиты круглые, угольники); установочные детали (пальцы, призмы, штыри и др.); направляющие детали (кондукторные втулки, колонки); крепежные детали (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы); разные детали (вилки, хомутики, оси, рукоятки, опоры); сборочные единицы (поворотные головки, кронштейны, фиксаторы, подвижные призмы, кулачковые и тисковые зажимы).

Из комплекта УСП можно собирать токарные, сверлильные, фрезерные и другие приспособления. Предусматривают комплекс стандартных заранее изготовленных из высококачественных легированных и инструментальных закаленных сталей (12ХНЗА, У8А, У10А и др.) элементов – деталей и сборочных единиц высокой точности, из которых komponуют различные конструкции специальных приспособлений. После применения приспособления разбирают на составные элементы. Элементы УСП находятся в обращении в течение 18...20 лет.

Точность обработки на УСП не превышает 9-го качества вследствие их невысокой жёсткости (наличие большого количества стыков). Главным достоинством УСП является быстрота сборки. За 2...5 часов можно скомпоновать приспособление средней сложности (с учетом квалификации слесаря-сборщика). Применяются для единичного, мелкосерийного, серийного и различных опытных производств в период освоения новых видов изделий.

УБП – универсально-безналадочные приспособления, для которых характерно применение универсальных регулируемых приспособлений, не требующих сменных установочных и зажимных элементов. Данная

группа включает в себя комплексы универсальных приспособлений, входящих в комплекты оснастки, поставляемой машиностроительным предприятиям в качестве принадлежностей к станкам. Рекомендуются для единичного и мелкосерийного производств.

СРП – сборно-разборные приспособления. Содержат комплексы стандартных сборочных единиц с базовыми поверхностями для сборки различных приспособлений. По окончании эксплуатации (при смене объекта производства) компоновки разбирают на сборочные единицы и используют их в новых приспособлениях. Представляет собой компоновку, состоящую из готовой базовой части (плиты, угольника, планшайбы), сборочных единиц (зажимных, установочных и т. д.) и наладочного элемента, чаще всего специального, с помощью которого заготовку «связывают» с установочными элементами приспособления. СРП, несмотря на определенное сходство с УСП, имеют существенное различие: они содержат, помимо стандартных деталей и узлов, специальную наладку.

Точность обработки на СРП (8, 9-й квалитеты) обеспечивается точностью изготовления и установки составляющих базовых элементов. Рекомендуются для серийного и крупносерийного производств в условиях частой смены выпускаемых изделий с большим количеством модификаций.

УНП – универсально-наладочные приспособления. Предусматривает разделение элементов приспособлений на два основных вида: базовые и сменные. Базовые элементы – постоянная многократно используемая часть приспособления, изготавливаемая заранее по соответствующим стандартам. Сменные установочные и зажимные элементы-наладки могут быть универсальными (изготавливаемыми заранее) и специальными (изготавливаемыми по мере необходимости машино-

строительным заводом). Рекомендуются для мелкосерийного и серийного производств, особенно эффективны при групповой обработке заготовок.

СНП – специализированные наладочные приспособления. Так же, как и система УНП, включает базовые элементы и комплексы элементов-наладок, но отличается более высокой степенью механизации приводов и применением многоместных приспособлений. Рекомендуются для специализированного серийного и крупносерийного производств.

Система **СМЗСП** включает комплекс универсальных силовых устройств, выполненных в виде обособленных агрегатов и позволяющих в сочетании с другими приспособлениями механизировать и автоматизировать процесс закрепления заготовок. Предназначена для использования в условиях любого производства.

Обоснованное применение СП позволяет получать высокие технико-экономические показатели.

При технико-экономическом обосновании выбора системы СП рассматривают следующие показатели:

- коэффициент загрузки единицы технологической оснастки;
- затраты на оснащение технологической операции.

Коэффициент загрузки приспособления на технологической операции вычисляют по формуле

$$K_3 = \frac{T_{шт-к} \times N_m}{60F_o}, \quad (1.1)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время выполнения операции, мин;

N_m – планируемая месячная программа на единицу приспособления (количество повторов операции);

F_o – располагаемый месячный фонд работы приспособления, ч.

Затраты на оснащение технологической операции определим с помощью коэффициента соотношения затрат по формуле

$$P_i = C_{НСП} \times K_{затр}, \quad (1.2)$$

где $C_{НСП}$ – себестоимость неразборной специальной оснастки (НСО), руб.;

$K_{затр}$ – коэффициент, характеризующий соотношение затрат при оснащении технологических операций системами станочных приспособлений, отличающихся от НСО. Для системы НСО $K_{затр} = 1,0$.

В таблице 1.2 приложения приведены значения коэффициентов затрат в зависимости от коэффициентов загрузки приспособления и периодов производства.

Коэффициент загрузки единицы технологической оснастки следует рассчитать по исходным данным, приведенным в таблице вариантов заданий. Месячный фонд времени работы приспособления следует принимать $F_O = 338$ ч.

Себестоимость неразборной оснастки (приспособления) НСП можно определить по нормативам (табл. 1.3 приложения) в зависимости от числа наименований деталей в приспособлении. Число деталей в приспособлениях приведены для различных вариантов в таблице заданий. Там же приведены значения T_n (периодов производства изделий).

Пример определения области рационального применения стандартных систем станочных приспособлений

Исходные данные:

Номер варианта	$T_{шт-к}$, мин	N_m, шт./мес.	T_n, мес.	Число наименований деталей в СП
<i>N</i>	1,8	7000	20	22

1. Коэффициент загрузки приспособления K_3

$$K_3 = \frac{T_{шт-к} \times N_M}{60F_O},$$

$$K_3 = \frac{1,8 \times 7000}{60 \times 338} = 0,62.$$

2. По графику рисунка 1.1 находим, что рациональная система СП для заданных условий – СРП, коэффициент затрат на оснащение $K_{затр}$ согласно таблице 1.2 приложения равен 0,92.

3. Стоимость специального неразборного приспособления по таблице 1.3 приложения составляет около 80 тыс. рублей.

4. Затраты на оснащение технологической операции рациональной системы СП

$$P_i = C_{НСП} \times K_{затр},$$

$$P_i = 80 \times 0,92 = 73,6 \text{ тыс. руб.}$$

2 ЗАДАНИЕ

1. Изучить методику определения области рационального применения стандартных систем станочных приспособлений.

2. Рассчитать коэффициент загрузки приспособления K_3 .

3. Определить рациональную систему СП для заданных условий по графику (рис. 1.1) и коэффициент затрат на оснащение. Обосновать выбор рациональной системы СП.

4. Определить стоимость специального неразборного приспособления по таблице 1.3 приложения для заданного варианта.

5. Рассчитать затраты на оснащение технологической операции рациональной системы СП P_i .

6. Сформулировать выводы.

7. Составить отчет.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

Номер варианта	$T_{ит-к}$, мин	N_m , шт./мес.	T_n , мес.	Число наименований деталей в СП
1	3,40	600	1	12
2	2,70	1500	3	14
3	1,70	6000	4	16
4	2,01	6000	2	11
5	2,46	6600	6	9
6	2,03	6000	10	46
7	1,58	9000	12	49
8	1,35	12000	18	54
9	1,52	12000	24	61
10	1,86	6000	26	64
11	1,12	1800	6	67
12	1,35	3000	12	75
13	1,54	3960	18	78
14	1,69	4800	24	83
15	3,80	2400	30	80
16	1,23	9000	30	51
17	1,12	7200	36	62
18	0,77	6600	42	73
19	1,08	15000	47	56
20	1,01	12000	38	68

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определяется коэффициент загрузки приспособления?
2. Как определяется рациональная система СП?
3. От каких факторов зависит стоимость неразборных специальных приспособлений при её определении по укрупнённым нормативам?
4. Каким образом рассчитываются затраты на оснащение технологической операции системами СП, отличающимися от СНП?
5. Определите зоны рентабельности применения систем СП: УСП, УНП, СРП, НСП.

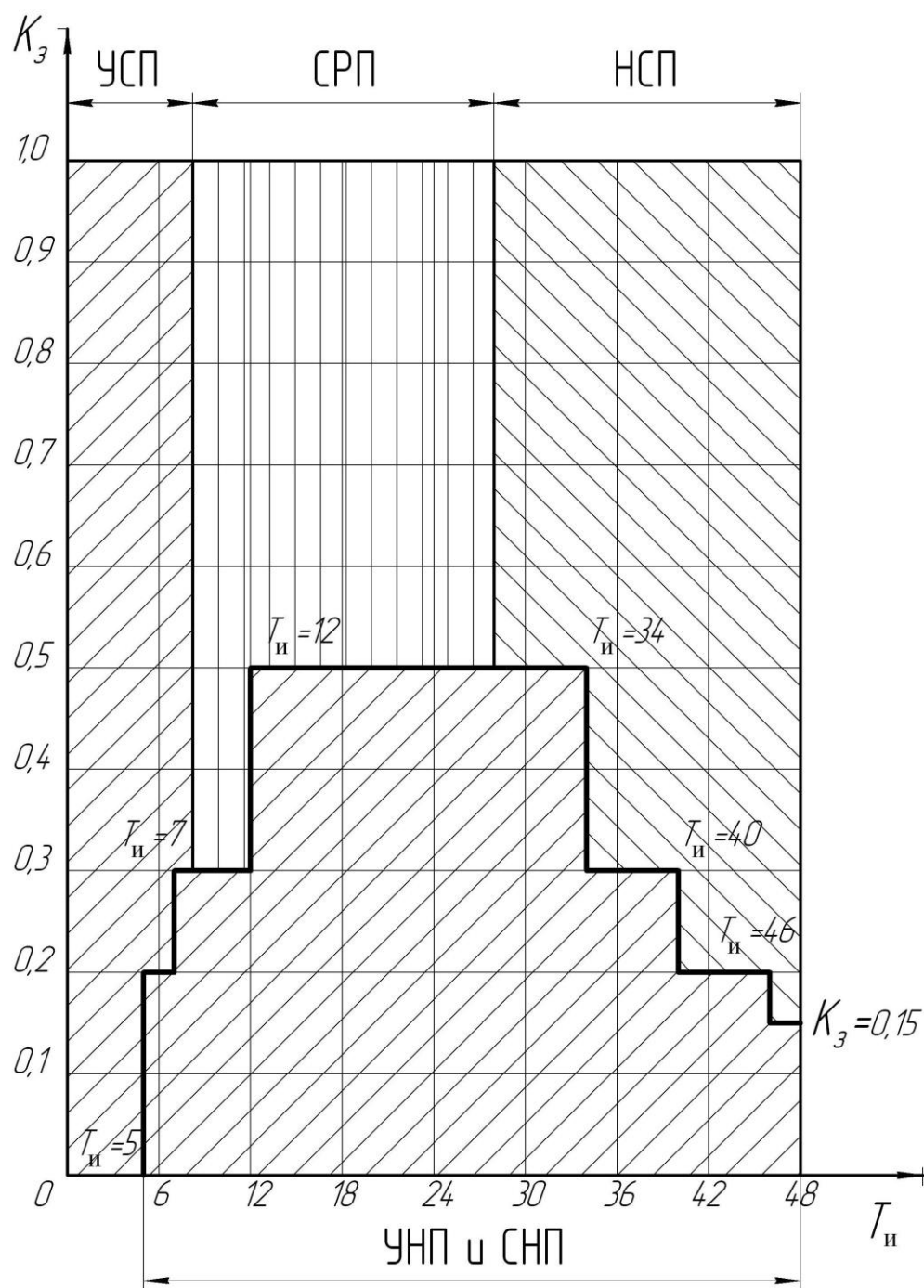


Рисунок 1.1 – График для определения областей рационального применения систем СП

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев, А.И. Сборник практических работ по технологии машиностроения : учеб. пособие / А.И. Медведев, В.А. Шкред, В.В. Бабук и др.; Под ред. И.П. Филонова. – МН.:БНТУ, 2003. – 486 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1.2 – Коэффициенты затрат на оснащение операций $K_{затр}$ для периодов T_u производства

K_z	До 1 месяца				До 6 месяцев			
	УСП	УБП	УНП	СРП	УСП	УБП	УНП	СРП
1,0	0,07	0,03	0,26	0,23	-	0,20	0,51	0,38
0,5	0,06	0,01	0,23	0,23	0,33	0,10	0,37	0,38
0,2	0,05	0,01	0,22	0,23	0,32	0,03	0,32	0,38
0,1	0,05	0,01	0,21	0,23	0,31	0,02	0,29	0,38
0,04	0,05	0,01	0,20	0,23	0,30	0,01	0,27	
K_z	До 1 года				До 1,5 лет			
	УСП	УБП	УНП	СРП	УСП	УБП	УНП	СРП
1,0	-	0,40	0,81	0,56	-	0,54	-	0,74
0,5	0,71	0,20	0,82	0,56	1,08	0,30	0,83	0,74
0,2	0,64	0,10	0,44	0,56	0,96	0,11	0,56	0,74
0,1	0,62	0,04	0,38	0,56	0,93	0,06	0,47	0,74
0,04	0,60	0,02	0,34	0,56	0,90	0,02	0,42	0,74
K_z	До 2 лет				До 2,5 лет			
	УСП	УБП	УНП	СРП	УСП	УБП	УНП	СРП
1,0	-	0,79	-	0,92	-	0,99	-	-
0,5	-	0,40	1,04	0,92	-	0,50	1,25	-
0,2	-	0,15	0,68	0,92	-	0,18	0,80	-
0,1	-	0,08	0,56	0,92	-	0,10	0,65	-
0,04	1,2	0,03	0,49	0,92	-	0,04	0,57	1,1

Окончание таблицы 1.2

K_z	До 3 лет			До 3,5 лет			До 4 лет		
	УБП	УНП	СРП	УБП	УНП	СРП	УБП	УНП	СРП
1,0	1,20	-	-	1,50	-	-	1,70	-	-
0,5	0,60	1,46	-	0,70	-	-	0,80	-	-
0,2	0,22	0,92	-	0,25	1,04	-	0,28	1,16	-
0,1	0,12	0,74	-	0,14	0,83	-	0,16	0,92	-
0,04	0,05	0,62	-	-	0,70	=	0,07	0,78	=

Таблица 1.3 – Укрупненные нормативы стоимости специальных
станочных приспособлений

Число наименований деталей	Стоимость приспособления, тыс. руб.	Число наименований деталей	Стоимость приспособления, тыс. руб.
До 3	До 8,5	40...45	335...360
3...	8,5...17	45...50	360...390
5...10	17...30	50...55	390...640
10...15	30...62	55...60	640...690
15...20	62...80	60...65	690...735
20...25	80...145	65...70	735...765
25...30	145...197	70...80	765...850
30...35	197...252	80...90	850...925
35...40	252...335	90...95	925...965

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГОТОВКИ НА ПРИЗМУ

Цель работы: Освоение методики определения погрешности базирования заготовки в приспособлении и выбора схемы базирования.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Базирование, закрепление заготовки; устройство и принцип работы современных образцов приспособлений.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определять погрешность базирования и выбирать рациональную схему базирования заготовки в приспособлении.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: Обеспечение заданной точности обработки деталей машин при ремонте и восстановлении с использованием приспособлений в значительной мере зависит от выбора технологических баз и схемы установки заготовок. Для оценки ожидаемой точности обработки необходимо проводить исследования и расчеты. Важной составляющей, влияющей на точность обработки, является погрешность базирования, зависящая от схемы базирования заготовки в приспособлении. Поэтому актуальной является задача освоения методики определения погрешности базирования заготовки в приспособлении и выбора схемы базирования.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Базированием называется придание заготовке требуемого положения относительно системы координат станка.

Закреплением называется приложение сил к заготовке для обеспечения постоянства ее положения, достигнутого при базировании. При базировании используют *базы заготовки, т. е. поверхности, принадлежащие заготовке*. Кроме того, в качестве баз могут служить сочетание поверхностей, а также ось и точка, принадлежащие заготовке.

По назначению базы подразделяют на конструкторские, измерительные и технологические.

Конструкторской (рис. 2.1) называется база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии. Конструкторские базы бывают основные и вспомогательные. Первые используют для определения положения самой детали в изделии, а вторые – для определения положения присоединяемого изделия.

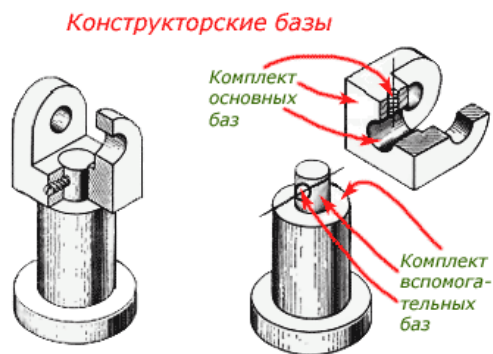


Рисунок 2.1 – Конструкторские базы

Измерительной базой (рис. 2.2) называется совокупность поверхностей, линий и точек, от которых ведется отсчет выполняемых размеров при обработке заготовок или сборке.

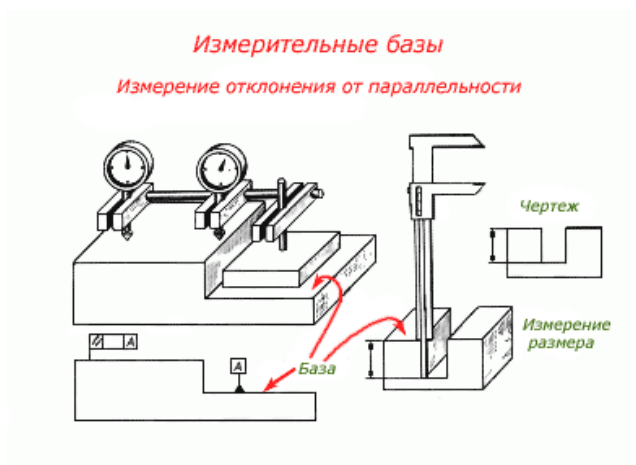


Рисунок 2.2 – Измерительные базы

Технологической (рис. 2.3) называется база, используемая для определения положения заготовки в процессе ее обработки или ремонта. Технологические базы назначают при технологическом проектировании изготовления изделий и непосредственно в процессе их производства.

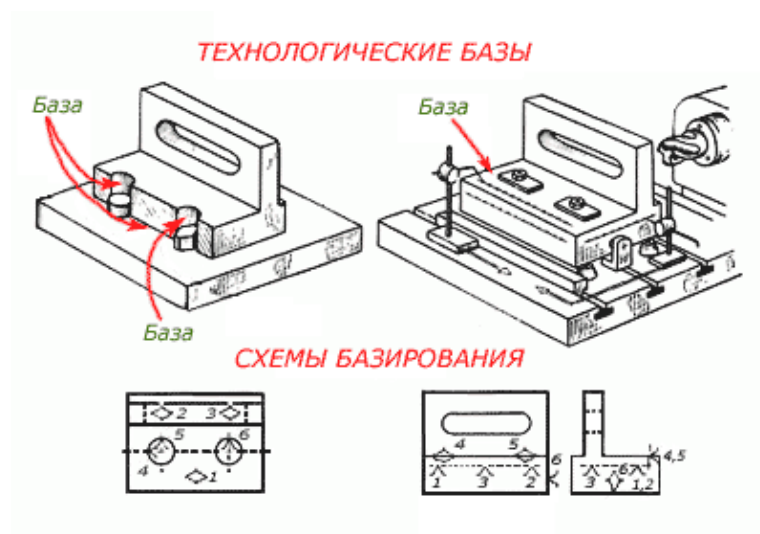


Рисунок 2.3 – Технологические базы

Свободное твердое тело (не имеющее геометрических и кинематических связей) обладает **шестью степенями свободы**. Оно может перемещаться вдоль координатных осей и вращаться вокруг этих осей (рис. 2.4).

Для полной определенности положения твердого тела в пространстве необходимо и достаточно наложить на точки тела шесть двусторонних геометрических связей и тем самым лишить его шести степеней свободы (правило 6 точек).

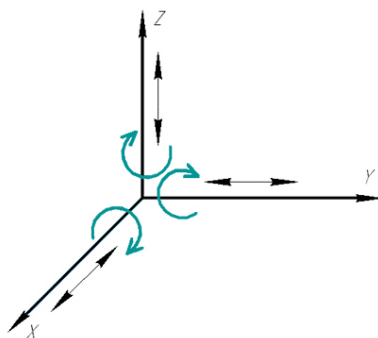


Рисунок 2.4 – Шесть степеней свободы

По лишаемым степеням свободы технологические базы подразделяют на установочные, направляющие и опорные.

Установочная база лишает заготовку 3-х степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси поворота вокруг двух других осей (рис. 2.5).

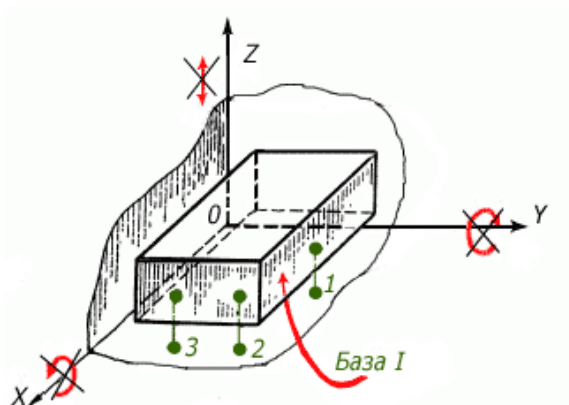


Рисунок 2.5 – Установочная база

Если нижнюю поверхность призматического тела соединить тремя жесткими двусторонними связями 1, 2 и 3 с тремя точками, плоскости XOY выбранной системы координат, не лежащими на одной прямой, те-

ло приобретет устойчивое положение и лишится трех степеней свободы. Данное тело не сможет перемещаться вдоль оси Z и вращаться вокруг осей X и Y .

Направляющая база лишает заготовку 2-х степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси поворота вокруг другой оси (рис. 2.6).

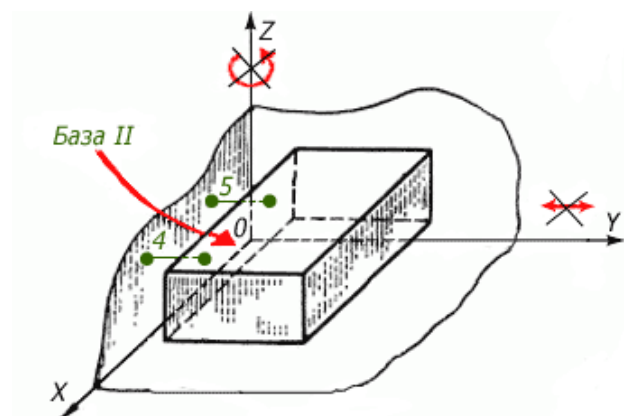


Рисунок 2.6 – Направляющая база

Если связать боковую поверхность призматического тела двумя жесткими двусторонними связями 4 и 5 с двумя точками плоскости XOZ , тело лишится еще двух степеней свободы. Оно не сможет перемещаться вдоль оси Y и вращаться вокруг оси Z .

Опорная база лишает заготовку одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси (рис. 2.7).

Чтобы добиться полного базирования данного тела необходимо лишить его шестой степени свободы. Для этого соединяем вторую боковую поверхность одной жесткой двусторонней связью 6 с точкой плоскости YOZ , тем самым лишая тело возможности перемещения вдоль оси X .

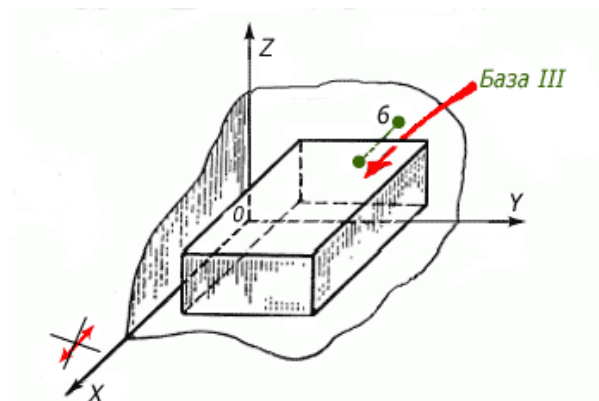


Рисунок 2.7 – Опорная база

Схема расположения опорных точек на базах заготовки называется **схемой базирования**. Опорная точка символизирует одну из связей заготовки с выбранной системой координат. Лишение каждой из степеней свободы заготовки производят путем прижатия к неподвижной одноточечной опоре приспособления. Таким образом, базирование заготовки производят в общем виде по шести опорным точкам, расположенным в трех перпендикулярных плоскостях. Все остальные неподвижные опоры — лишние. При лишних опорах заготовка будет опираться не на все опоры или её надо деформировать для того, чтобы прижать ко всем опорам.

Для обеспечения требуемой точности обработки заготовки необходимо принять меры для возможного уменьшения возникающих погрешностей. С этой целью применяют принцип постоянства базы и принцип совмещения баз.

Принцип постоянства базы заключается в том, что при возможно большем числе операций используют одну и ту же технологическую базу. В этом случае на последующих операциях исключается влияние погрешностей расположения технологических баз на точность изготовления детали.

Принцип совмещения баз заключается в том, что в качестве технологических баз используют измерительные базы. При этом не наблюдается влияние погрешностей расположения технологических и измерительных баз на точность изготовления детали.

Применение одновременно принципа постоянства базы и принципа совмещения баз создает условия для уменьшения погрешности при обработке резанием.

Погрешностью базирования называют отклонение фактического положения заготовки от требуемого.

В работе сравним погрешности базирования двух схем кондукторов, схематически показанных на рисунке 2.8.

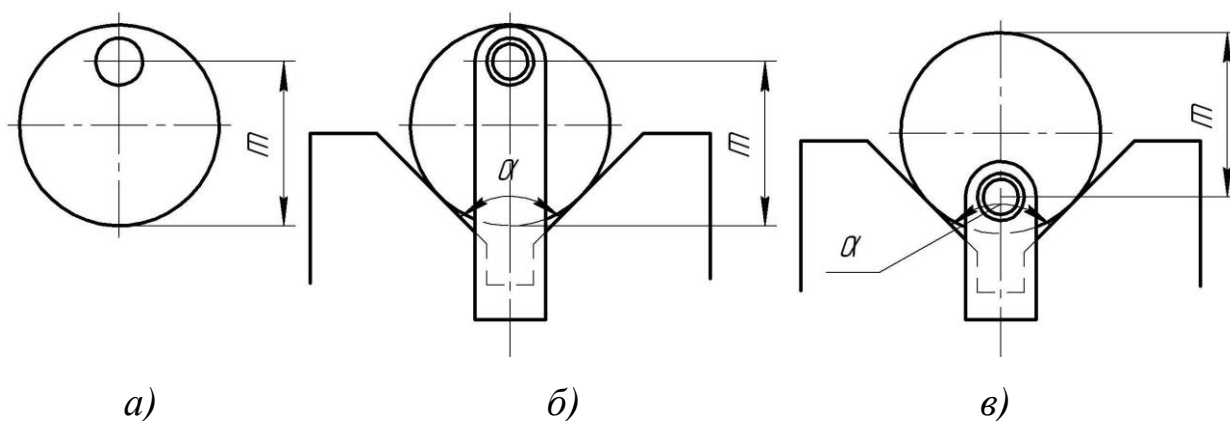


Рисунок 2.8 – Схемы установки шайбы

Допустим, что у шайбы, показанной на рисунке 2.8 а) нужно просверлить отверстие и выдержать размер m с соответствующим допуском T_D . Сравним погрешности базирования двух систем кондукторов (рис. 2.8).

Погрешность базирования при схеме кондуктора, показанной на рисунке 2.8 б)

$$\Delta'_{\sigma} = \frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right). \quad (2.1)$$

Погрешность базирования при схеме кондуктора, показанной на рисунке 2.8 в)

$$\Delta''_{\sigma} = \frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right). \quad (2.2)$$

Отношение

$$\Delta''_{\sigma} / \Delta'_{\sigma} = \frac{\frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right)}{\frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)} = \frac{1 + \sin(\alpha / 2)}{1 - \sin(\alpha / 2)}. \quad (2.3)$$

При $\alpha = 90^\circ$ $\Delta''_{\sigma} / \Delta'_{\sigma} = \frac{1+0,7}{1-0,7} = 5,7 \approx 6$.

Таким образом, несущественная на первый взгляд разница в схемах конструкций приспособлений ведет к увеличению значений погрешности базирования при второй схеме по сравнению с первой почти в 6 раз.

2 ЗАДАНИЕ

1. Изучить методику определения погрешности базирования при установке заготовки на призму по схемам, показанным на рисунке 2.8.
2. По своему варианту задания (табл. 2.1) определить погрешность базирования заготовки по двум схемам (рис. 2.8, формулы (2.1), (2.2), (2.3)) и сравнить полученные значения.
3. Оформить отчет о работе и сделать выводы.

Таблица 2.1 – Варианты заданий для выполнения работы

номер вари- анта	T_D , мм	α_1 , ° рис. 2.8б)	α_2 , ° рис. 2.8в)	номер варианта	T_D , мм	α_1 , ° рис. 2.8б)	α_2 , ° рис. 2.8в)
1	0,01	90	120	11	0,30	90	90
2	0,03	90	90	12	0,40	120	120
3	0,20	120	120	13	0,60	120	90
4	0,10	120	90	14	0,90	90	120
5	0,25	90	120	15	1,20	90	90
6	0,50	90	90	16	0,35	90	90
7	0,70	120	120	17	0,45	120	120
8	1,00	120	90	18	0,55	120	90
9	0,80	90	120	19	0,65	90	120
10	0,70	90	90	20	0,75	90	90

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое базирование, закрепление заготовки в приспособлении?
2. Как классифицирую базы по назначению?
3. Что нужно сделать для полной определенности положения твердого тела в пространстве?
4. Какие Вы знаете виды баз по лишаемым степеням свободы?
5. Что такое «схема базирования»?
6. Каковы основные принципы базирования?
7. Что такое «погрешность базирования»?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование : учеб. пособие / В.В. Ермолаев. – М.: Издательский центр «Академия, 2012. – 320 с.
2. Медведев, А.И. Сборник практических работ по технологии машиностроения : учеб. пособие / А.И. Медведев, В.А. Шкред, В.В. Бабук и др.; Под ред. И.П. Филонова. – МН.:БНТУ, 2003. – 486 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ СЪЕМНИКОВ ВИНТОВЫХ

Цель работы: Изучить устройство и принцип работы приспособлений для разборки и демонтажа составных частей оборудования.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Устройство и принцип работы винтовых съемников.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: выбирать необходимое устройство съемника для выпрессовки деталей различной формы; выполнять расчетно-проектировочные работы.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: С целью повышения производительности труда и качества выполняемых работ в ремонтных предприятиях широко применяются средства механизации разборки и демонтажа составных частей оборудования. Инженер обязан знать конструкцию, принцип работы применяемой оснастки и уметь правильно её выбирать в зависимости от формы и размеров спрессовываемой детали. Поэтому актуальной является задача изучения устройства и принципа работы съемника винтового.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Съемники винтовые предназначены для разборки и демонтажа составных частей оборудования, имеющих посадки с натягом. Существует два варианта сборки: 2-захватные для работ в ограниченном пространстве; 3-захватные - для обеспечения надежного захвата. Механизм центрирования обеспечивает простоту и удобство в работе, исключая перекосы и соскальзывания захватов со снимаемой детали. Основные характеристики винтовых съемников представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные характеристики винтовых съемников

Усилие, тс	5/3,3	
Кол-во захватов	3/2	
Диапазон наружных диаметров снимаемой детали, мм	45-220	
Максимальная глубина захвата h, мм	130	
Габариты (ВхН), мм	150x350	
Масса, кг	4,5	

Принципиальная схема устройства. В зависимости от формы и размеров спрессовываемой детали устройство и размеры съемников различны. Рассмотрим принципиальную схему устройства съемников на примере наиболее распространенной конструкции, показанной на рисунке 3.1.

Основными частями съемника служит устройство для создания усилия выпрессовки. В данной конструкции такое устройство – силовой винт 4, ввинченный в гайку, изготовленную в корпусе 3, и устройство для соединения съемника со спрессовываемой деталью – в данном случае это захваты 1, соединенные с корпусом 3 тягами 2.

При вращении винта 4 рукояткой 5, конец, которого упирается в неподвижную часть разбираемого соединения, возникает сила P (в данном случае $P/2$), которая передается на захваты и через них на спрессовываемую деталь.

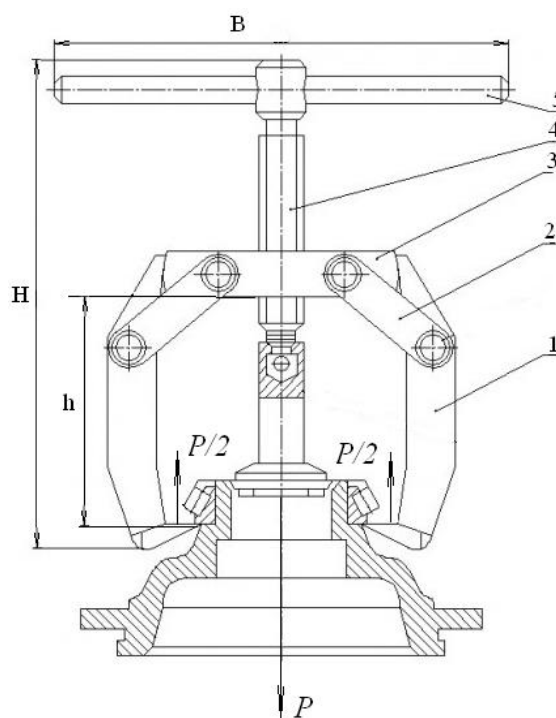


Рисунок 3.1 – Винтовой съемник с лапчатыми захватами:

1 – захват, 2 – тяга; 3 – корпус; 4 – силовой винт; 5 – рукоятка

Захваты – наиболее ответственная часть съемника. Их конструкция и изготовление должны отвечать, следующим требованиям: надежное соединение со спрессовываемой деталью и отсутствие срыва с нее во время спрессовки, достаточная прочность.

Конструкция захватов зависит от формы спрессовываемой детали. На рисунке 3.2 представлены способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы. Например, если деталь I (рисунок 3.2 а) достаточно большая и не имеет никаких отверстий, то зацепы делают такими, чтобы они захватывали деталь снаружи. Если же в детали есть достаточно большие отверстия (рисунок 3.2 б), то зацепами захватыва-

ют деталь через эти отверстия. При наличии на конце спрессовываемой детали резьбы (рисунок 3.2 в) захват навинчивается на эту резьбу.

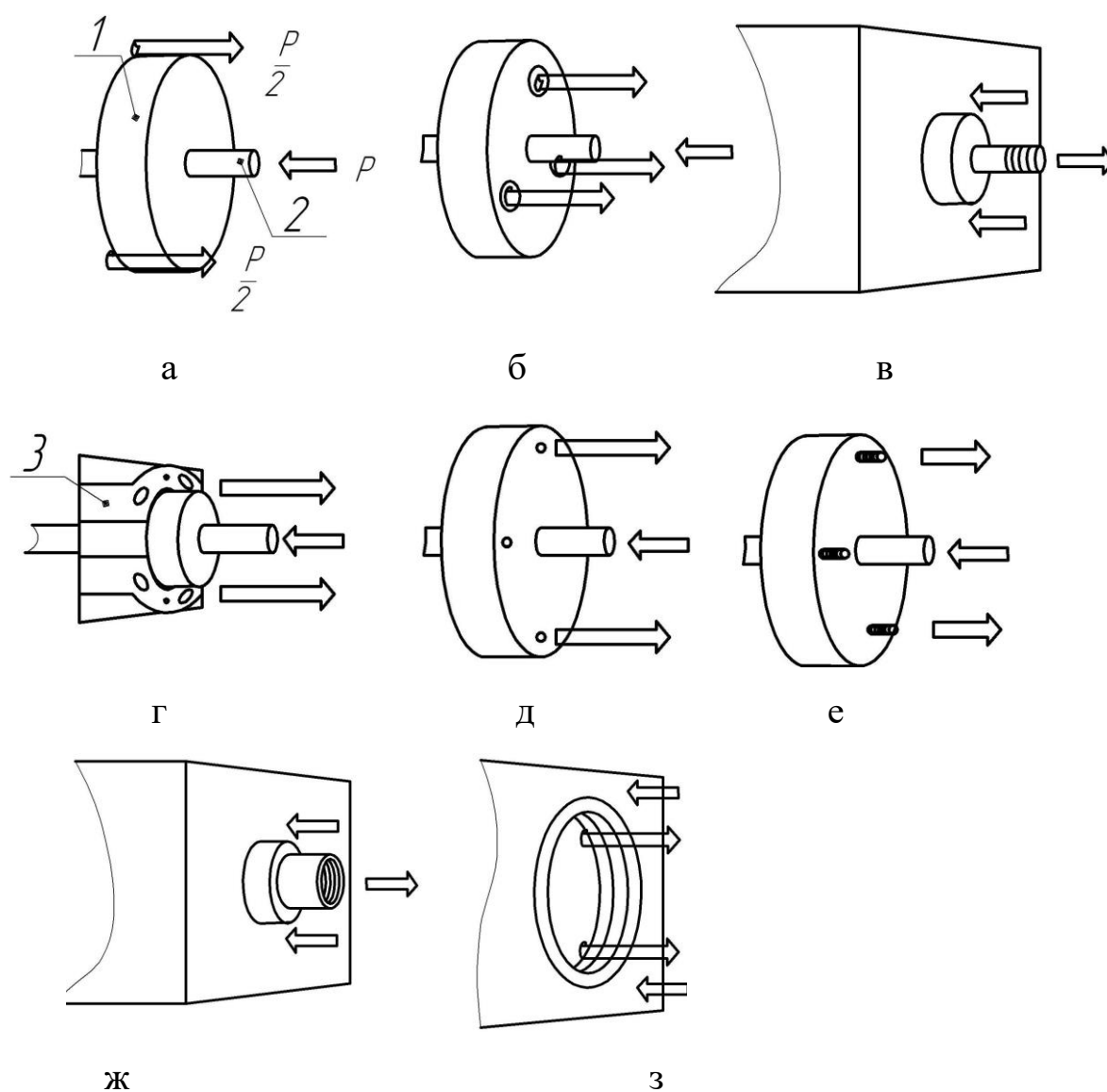


Рисунок 3.2 – Способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы: а – з – варианты; 1 – спрессовываемая деталь; 2 – деталь, из которой или с которой спрессовывается деталь; 3 – разъемное устройство

При относительно малых размерах спрессовываемой детали (рисунок 3.2 г) применяют дополнительные разъемные устройства 3. В

том случае, когда в детали есть отверстия с резьбой (рисунок 3.2 д и ж), захваты ввинчивают в эти отверстия. Если на спрессовываемой детали имеются шпильки (рисунок 3.2 е), то захваты соединяют со шпильками. Если у спрессовываемой детали есть достаточно большое внутреннее отверстие (рисунок 3.2 з), то захваты пропускают через отверстие в спрессовываемой детали.

По своему устройству захваты (рисунок 3.3) чрезвычайно разнообразны. Их делают простыми, простыми составными, сложными и специального назначения.

Простые захваты. В числе простых захватов чаще всего находят применение лапчатые захваты 1, 2, 3 и 7. Схемы захватов различной формы представлены на рисунке 3.3.

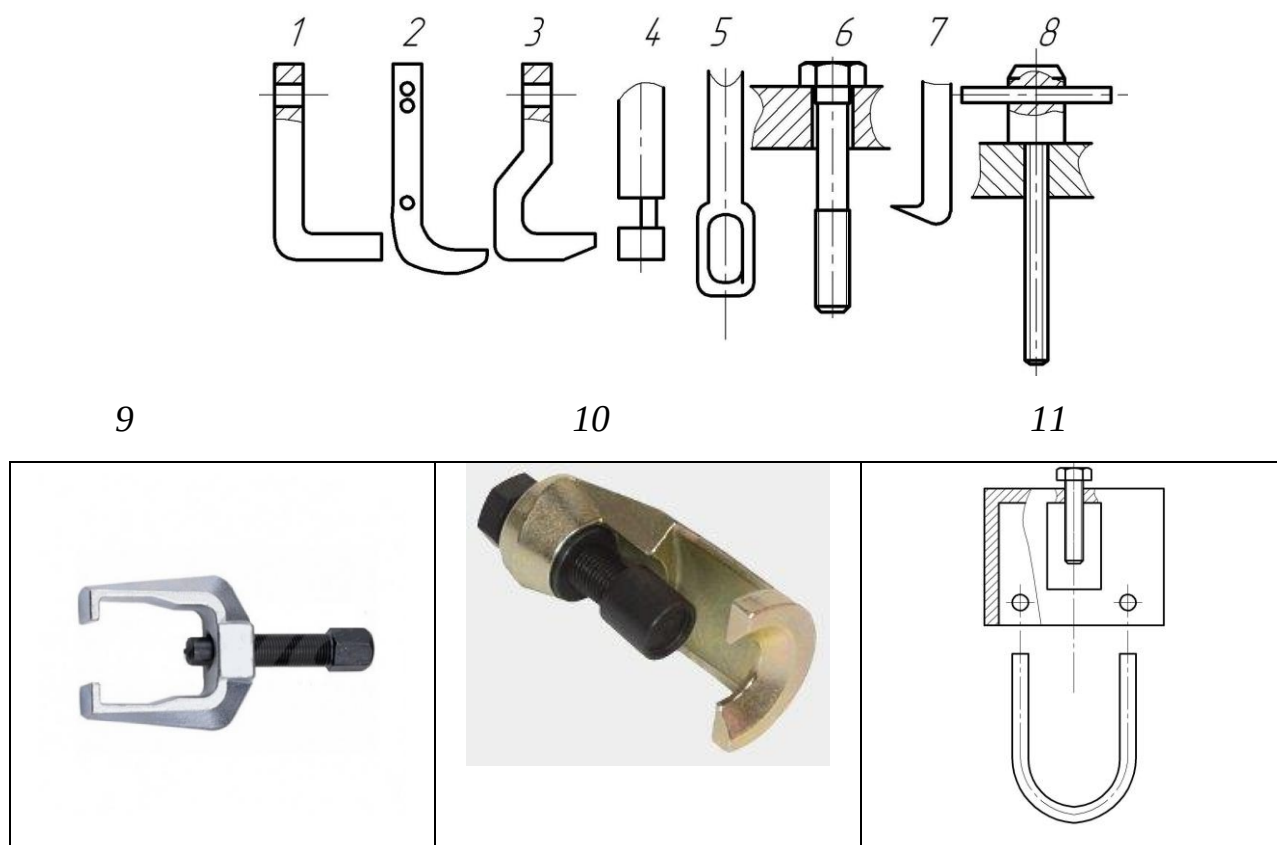


Рисунок 3.3 – Захваты различной формы: 1, 2, 3 и 7 – лапчатые простые; 4 – эксцентриковый; 5, 6 и 8 – захваты-тяги; 9 и 10 – захваты, жестко связанные с корпусом; 11 – захват-вилка

Схемы действия сил на лапчатый захват представлены на рисунке 3.4. При работе съемника на такой захват действует сила P_1 (рисунок 3.4 а), которая равна усилию распрессовки, деленному на число захватов.

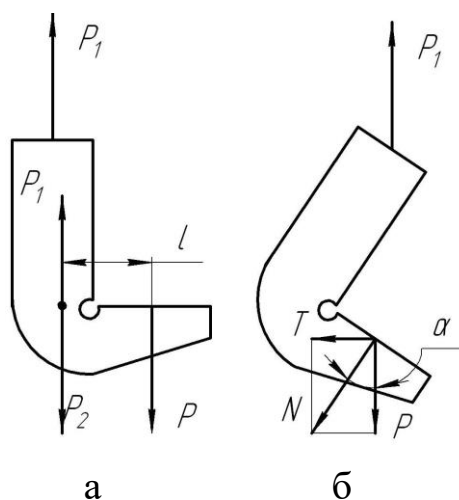


Рисунок 3.4 – Схемы действия сил на лапчатый захват:
а и б – варианты

Перенеся силу P_1 в центр тяжести сечения тяги, получим силу P_2 , которая будет растягивать захват, и две силы P_1 и P с моментом $P \times l$, изгибающим конец захвата. При этом $P_1 = P$ и $P_1 = P_2$.

Захваты съемника, как видно из приведенной схемы, работают в условиях сложного сопротивления, растяжения и изгиба, т. е. в условиях эксцентричного растяжения, поэтому изготавливать их необходимо с большим запасом прочности, с тем, чтобы исключить деформацию в работе. В качестве материала для захватов применяют низколегированную сталь.

В том случае, если захват по отношению к спрессовываемой детали будет поставлен под некоторым углом (рисунок 3.4 б), помимо указанных выше сил возникает усилие T , способствующее во время спрессовывания срыву концов захватов с деталей: $P = N \cdot \cos \alpha$, $T = N \cdot \sin \alpha$.

Для того чтобы съемник работал нормально, захваты по отношению к спрессовываемой детали должны устанавливаться так, как это показано на рисунке 3.5 а. Неправильное расположение захватов изображено на рисунке 3.5 б.

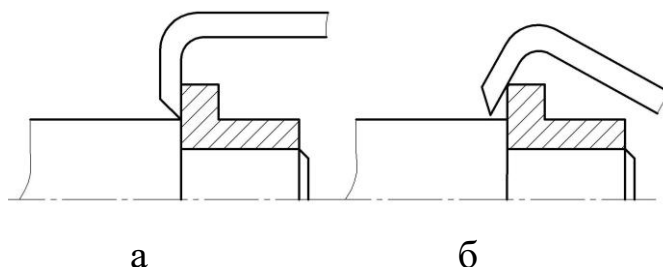


Рисунок 3.5 – Схемы соединения захватов со снимаемой деталью:

а – правильно; б – неправильно

Когда спрессовываемую деталь захватить лапчатым захватом неудобно, а в детали есть отверстия, можно применять захваты-тяги. В этом случае при установке съемника на деталь в отверстия детали нужно пропустить захват-тягу 5 (см. рисунок 3.3) и в ее отверстие вставить чеку.

Несколько иную конструкцию имеет захват 4. На ее нижнем конце сделана выточка, эксцентрично расположенная по отношению к оси тяги. Чтобы зацепить таким захватом деталь, подлежащую спрессовке, нужно вначале вставить тягу в отверстие детали, а затем повернуть тягу так, чтобы кромка детали вошла в выточку, и закрепить тягу в корпусе съемника.

Для снятия деталей с резьбой в отверстиях можно применять захваты-тяги 6 и 8, выполненные в виде винтов.

Однотипные детали спрессовывают захватами, показанными на рисунке под номерами 9 и 10.

Снимать звездочки цепных передач удобно с помощью захватывилки 11, которую нужно вставить в специальные отверстия корпуса съёмника, когда корпус будет надет на звездочку.

Чтобы устранить срывы лапчатых захватов с деталей во время спрессовки, надо использовать различные приспособления. У одних захваты соединены с корпусом системой тяг так, что чем больше сила распрессовки, тем сильнее захват прижимается к снимаемой детали. Спрессовывать детали, удерживаемые за цилиндрическую боковую поверхность, можно захватами, которые прижимаются к детали конусом.

2 ЗАДАНИЕ

1. Изучить конструкцию винтовых съёмников.
2. В отчете зарисовать рисунок 3.1, составить спецификацию на съёмник.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие вы знаете основные части съёмника?
2. Какие Вы знаете способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы?
3. Какие Вы знаете применяемые захваты?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ющенко, Н.И. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технологическая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» / Н.И. Ющенко, Н.С. Новоходский. – Издательство Северо-Кавказского государственного технического университета, Ставрополь. – 70 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УСИЛИЯ ПРИ СБОРКЕ И РАЗБОРКЕ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ С НАТЯГОМ

Цель работы: Закрепить на практике методику расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений деталей с натягом.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: усилие запрессовки, соединение с натягом, давление на контактной поверхности; методики выполнения вычислительных исследований по научно-техническому обоснованию инновационных технологий эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: определять технологическое усилие при сборке и разборке соединений деталей с натягом; выполнять расчетно-проектировочные работы.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: Для выбора технологического оборудования и проектирования оснастки для механизации сборочно-разборочных работ при восстановлении соединений с натягом необходимо точно определить усилие запрессовки или выпрессовки деталей. Поэтому актуальной является задача изучения методики расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений деталей с натягом.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В соединениях деталей, находящихся в сборочных единицах автомобилей, часто применяют посадки с натягом, например для установки всевозможных втулок, пальцев, шестерен, венцов шестерен и др.

Рассмотрим методику расчета технологического усилия при сборке (разборке) прессовых соединений.

Усилие запрессовки. На усилие запрессовки влияют материал, из которого сделаны детали, наличие смазки на их поверхностях, чистота обработки соединяемых деталей, размер конуса концевой части запрессовываемого вала и т. д.

Технологическое усилие запрессовки при сборке цилиндрических соединений с натягом без применения нагрева и охлаждения определяется по формуле

$$P_{зан} = f_m \cdot p \cdot \pi \cdot d \cdot l, \quad (4.1)$$

где $P_{зан}$ – наибольшее усилие запрессовки, Н;

f_m – коэффициент трения при запрессовке;

p – удельное давление на контактной поверхности, Па;

d – номинальный диаметр прессового соединения, м;

l – длина запрессовки, м.

Коэффициент трения при запрессовке f_m зависит от материала деталей, шероховатости сопрягаемых поверхностей, наличия смазки, удельного давления на контактной поверхности и других факторов.

При напрессовывании со смазкой коэффициент трения f_m принимают равным: сталь по стали – 0,06...0,22; сталь по чугуну – 0,07...0,13; сталь – бронза, латунь – 0,05...0,10; сталь по алюминиевому сплаву – 0,02...0,06; сталь по пластмассе – 0,54.

Удельное давление на контактной поверхности рассчитывают по формуле

$$p = \frac{N \cdot 10^{-6}}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (4.2)$$

где p – удельное давление, Па;

N – расчетный натяг, мкм;

d – номинальный диаметр сопряжения, м;

C_1 и C_2 – безразмерные коэффициенты;

E_1 – модуль упругости материала охватываемой детали, Па;

E_2 – модуль упругости материала охватывающей детали, Па;

Безразмерный коэффициент C_1 определяется по формуле

$$C_1 = [1 + (d_0 / d)^2] / [1 - (d_0 / d)^2] - \mu_1. \quad (4.3)$$

Безразмерный коэффициент C_2 определяется по формуле

$$C_2 = [1 + (d / D)^2] / [1 - (d / D)^2] + \mu_2, \quad (4.4)$$

где d_0 – диаметр отверстия в охватываемой детали (вале), м.

Если охватываемая деталь сплошная, то $d_0 = 0$.

D – наружный диаметр охватывающей детали, м. Если охватывающая деталь корпусная, то $d / D = 0$.

μ_1 и μ_2 – коэффициент Пуассона для охватываемой и охватывающей детали соответственно (для стали – 0,3; для чугуна – 0,25 и для бронзы – 0,33).

Величина модулей упругости для различных материалов сопрягаемых деталей приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Значения модулей упругости для различных материалов

Материал детали	Величина модуля упругости E , Па
Сталь	$2,1 \cdot 10^{11}$
Чугун	$1,0 \cdot 10^{11}$
Алюминиевый сплав	$0,7 \cdot 10^{11}$
Бронза	$0,9 \cdot 10^{11}$

Усилие распрессовки. Во время работы машин в их неподвижных соединениях происходят процессы (окисление металла, старение масла и т. д.), которые в значительной степени затрудняют последующее их разъединение.

Установлено, что усилие, необходимое для выпрессовки деталей, значительно больше усилия запрессовки этих же деталей. Поэтому при расчетах усилий распрессовки их следует брать больше, чем усилия запрессовки, на 25...30 %.

Наибольшее усилие выпрессовки определяется по аналогичной формуле

$$P_{вып} = f_{m_в} \cdot p \cdot \pi \cdot d \cdot l, \quad (4.5)$$

где $f_{m_в}$ – коэффициент трения при выпрессовке, принимаем больше коэффициента трения при запрессовке. Отсюда имеем

$$P_{вып} = \kappa \cdot P_{зан}, \quad (4.6)$$

где k – коэффициент увеличения усилия, для охватываемой детали из стали $k = 1,15$; из чугуна – $1,2 \dots 1,3$; из алюминиевого сплава – $2 \dots 3$.

Основным оборудованием для разборки и сборки посадок с натягом служат прессы и разного рода приспособления, которые носят название съемников. Их применение обеспечивает высокое качество работы, сохраняет снимаемые детали. Кроме того, использование съемников с механизированным приводом повышает производительность труда по сравнению с ручным.

Схема прессового соединения представлена на рисунке 4.1.

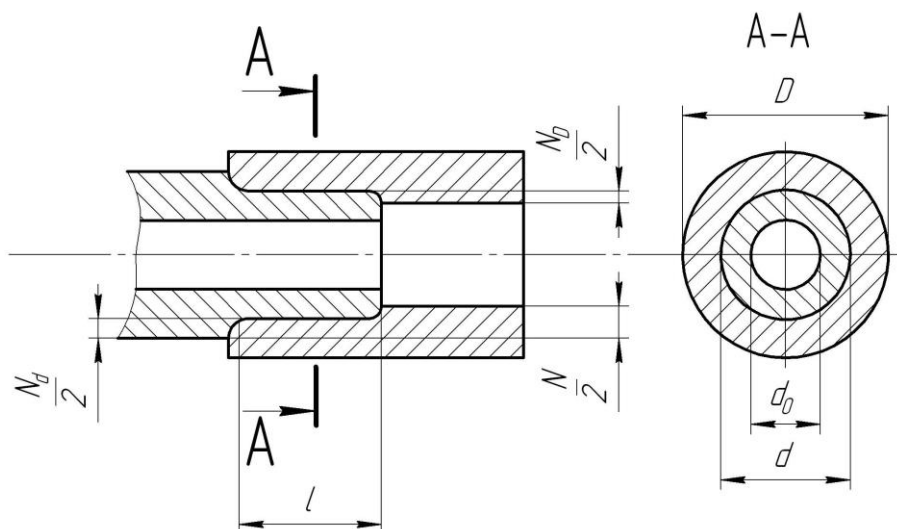


Рисунок 4.1 – Схема прессового соединения:

d_0 – внутренний диаметр охватываемой детали, мм. Для сплошной детали $d_0 = 0$; d – номинальный диаметр прессового соединения, мм; l – длина запрессовки, мм; D – наружный диаметр охватывающей детали, мм. Если деталь корпусная, то $d/D = 0$.

Разность между диаметром вала и внутренним диаметром втулки до сборки называется натягом N . При запрессовке деталей происходит рас-

тяжение втулки на величину N_D (рис. 4.1) и одновременно сжатие вала на величину N_d , при этом: $N = N_D + N_d$.

2 ЗАДАНИЕ

1. Изучить методику расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений деталей с натягом.
2. Выбрать исходные данные для расчета их таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Исходные данные и варианты расчетов

№ варианта	Диаметр детали и посадка, мм	Длина, l мм	Охватываемая деталь		Охватывающая деталь	
			d_0 , мм	материал	D , мм	материал
1	50H7/p6	65	30	чугун	110	алюм. сплав
2	125H7/r6	200	80	чугун	корп.	чугун
3	100H8/u8	40	0	сталь	124	сталь
4	35H6/s5	160	0	чугун	50	сталь
5	85H7/r5	90	30	бронза	корп.	чугун
6	70H7/u7	75	0	бронза	80	сталь
7	80H7/p6	65	30	чугун	110	сталь
8	45H7/r6	200	20	чугун	корп.	чугун
9	65H8/u8	40	0	сталь	124	сталь
10	75H6/s5	160	0	чугун	50	чугун
11	120H7/s6	90	30	бронза	корп.	сталь
12	40H7/u7	75	0	бронза	80	чугун
13	50H7/s6	65	30	чугун	110	алюм. сплав
14	125H7/s5	200	80	чугун	корп.	чугун
15	100H8/s6	40	0	сталь	124	сталь
16	35H6/p6	160	0	чугун	50	сталь
17	85H7/p6	90	30	бронза	корп.	чугун
18	70H7/u8	75	0	бронза	80	сталь
19	50H7/u8	65	30	чугун	110	алюм. сплав
20	125H7/r6	200	80	чугун	корп.	чугун
21	100H8/p6	40	0	сталь	124	сталь
22	35H6/p6	160	0	чугун	50	сталь
23	85H7/s6	90	30	бронза	корп.	чугун
24	70H7/s6	75	0	бронза	80	сталь

3. Определить технологическое усилие при сборке и разборке соединенных деталей с натягом.
4. Оформить отчет и сделать вывод по работе.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определить технологическое усилие запрессовки детали?
2. Как определить технологическое усилие при выпрессовке детали?
3. Как рассчитать удельное давление на контактной поверхности?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ющенко, Н.И. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технологическая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» / Н.И. Ющенко, Н.С. Новоходский. – Издательство Северо-Кавказского государственного технического университета, Ставрополь. – 70 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОПРАВКИ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ЗАЗОРОМ

Цель работы: Изучить и применить на практике методику расчета цилиндрической оправки с гарантированным зазором.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: назначение и устройство цилиндрических оправок, методика проектирования оправок с гарантированным зазором.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Рассчитывать оправку с зазором, делать эскиз оправки с представлением всех размеров, проводить анализ технологичности изделия; разрабатывать проектно-конструкторскую документацию.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: В ремонтном производстве для повышения производительности труда широко используются жесткие оправки с гарантированным зазором. Для точной установки детали на оправке и повышения качества выполняемых работ необходимо научиться рассчитывать и проектировать одноместные токарные оправки с гарантированным зазором.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Часто в ремонтном производстве приходится обтачивать детали, имеющие уже точно обработанное отверстие, причем наружные поверхности этих деталей должны быть концентричны (соосны) этим обработанным отверстиям. В таких случаях для установки и закрепления этих деталей применяют особые приспособления – *оправки*.

Цилиндрические оправки применяются для установки по обработанным отверстиям с зазором или натягом. В первом случае свободно установленная деталь затягивается гайкой, навинчиваемой на резьбовой конец оправки, через быстросъемную шайбу с прорезью. Проворачивание заготовки на оправке ограничивают затягиванием гайки. Во втором случае деталь напрессовывается на оправку.

Оправки бывают консольные и центровые.

Цилиндрические оправки для установки с зазором просты в изготовлении, но имеют серьезные недостатки. Они не обеспечивают надежного закрепления и точного центрирования детали. Кроме того, на них нельзя обрабатывать торцы, а на установку и снятие детали затрачивается много времени.

Цилиндрическая оправка выполняется по размерам обрабатываемой детали (рис. 5.1). Исходными данными являются: крутящий момент, действующий на заготовку при обработке $M_{кр} = 2450 \text{ Н} \cdot \text{мм}$; длина и диаметр заготовки соответственно $L_z = 100 \text{ мм}$, $D_z = 50 \text{ мм}$; припуск на обработку заготовки $Z = 1 \text{ мм}$; диаметр базы заготовки $d_z = 30 \text{ мм}$; поле допуска на диаметр базы заготовки $T_{d_z} = 0,033 \text{ мм}$; допускаемая несоосность поверхностей вращения обработанной детали $e = 0,08 \text{ мм}$. Заготовка стальная.

Методика расчета оправки.

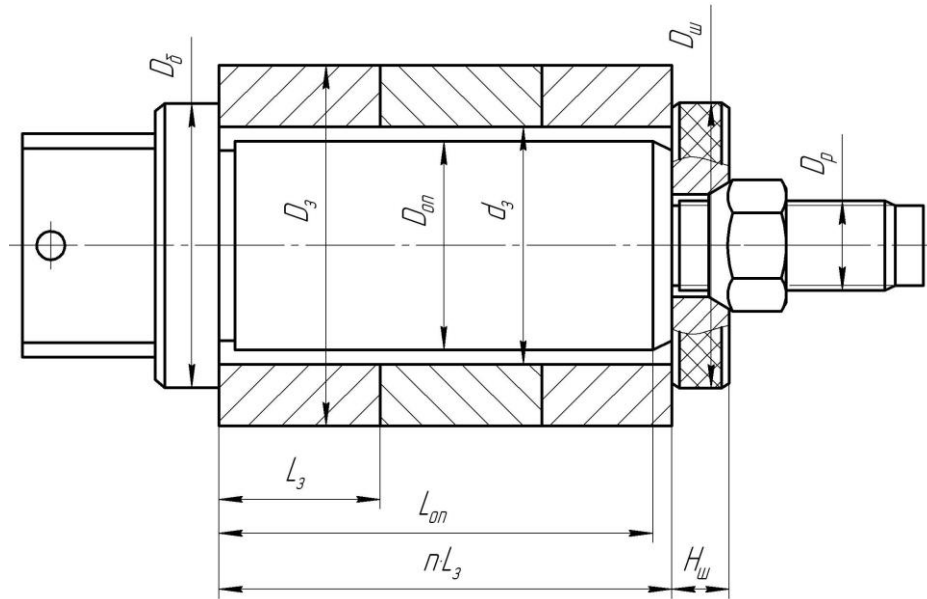


Рисунок 5.1 – Цилиндрическая оправка с гарантированным зазором

1. Выбираем гарантированный зазор S_{gap} для свободной установки заготовки. Как правило, $S_{gap} \geq 0,02$ мм. Более точно S_{gap} можно определить исходя из требований к точности обработки заготовки

$$S_{gap} = \sqrt{e^2 - e_{on}^2} - 0,5(T_{dз} + T_D + T_{изн}), \quad (5.1)$$

где e – допускаемая несоосность поверхностей вращения обработанной детали, мм;

e_{on} – отклонение от соосности рабочей шейки оправки и тех её поверхностей, которые служат для установки на станок (рекомендуется выдерживать в пределах допусков 3-й степени точности);

$T_{dз}$ – поле допуска на диаметр базы заготовки $d_з$;

T_D – поле допуска на диаметр рабочей шейки оправки $D_{он}$ (рекомендуется $h6$);

$T_{изн}$ – допуск на износ рабочей шейки оправки (рекомендуется 0,01...0,02 мм).

Принимаем $e_{on} = 0,005$ мм (допуск 3-й степени точности); $T_D = 0,014$ мм; $T_{изн} = 0,02$ мм. Определяем гарантированный зазор.

$$S_{gap} = \sqrt{0,08^2 - 0,005^2} - 0,5(0,033 + 0,014 + 0,02) = 0,05 \text{ мм},$$

2. Определяем номинальное значение диаметра рабочей шейки оправки D_{on} , мм,

$$D_{on} = d_3 - S_{gap}, \quad (5.2)$$

$$D_{on} = 30 - 0,05 = 29,95 \text{ мм}.$$

3. Определяем длину рабочей шейки оправки L_{on} , мм,

$$L_{on} = n \times L_3 - (1 \dots 5) \quad (5.3)$$

где n – число одновременно устанавливаемых заготовок;

$$L_{on} = 1 \times 100 - 2 = 98 \text{ мм}.$$

При использовании промежуточных колец

$$L_{on} = n \times L_3 + \sum L_{n.k.} - (1 \dots 5), \quad (5.4)$$

где $\sum L_{n.k.}$ – суммарная длина промежуточных колец.

4. Определяем наружный диаметр D_{δ} опорного буртика и диаметр $D_{ш}$ нажимной шайбы по формуле

$$D_{\delta} = D_{ш} = D_3 - Z - (3 \dots 5), \quad (5.5)$$

$$D_{\delta} = D_{ш} = 50 - 1 - 3 = 46 \text{ мм},$$

где Z – припуск на обработку заготовки.

5. Толщину нажимной шайбы $H_{ш}$ выбираем из условия

$$H_{ш} \geq 0,3 D_{ш}, \quad (5.6)$$

$$H_{ш} \geq 0,3 \times 46 \approx 14 \text{ мм}.$$

6. Определяем гарантированный крутящий момент $M_{кр.з.}$, Н·мм, передачу которого должна обеспечивать проектируемая оправка

$$M_{кр.з.} = K \times M_{кр}, \quad (5.7)$$

где K – коэффициент запаса, $K = 2,5$,

$M_{кр}$ – крутящий момент от сил резания, Н·мм,

$$M_{кр.з.} = 2,5 \times 2450 = 6125 \text{ Н·мм.}$$

7. Вычисляем усилие P_3 , Н, на приводе оправки по формуле

$$P_3 = \frac{3(D_u^2 - d_3^2) \times M_{кр.з.}}{f(D_u^3 - d_3^3)}, \quad (5.8)$$

где f – коэффициент трения, $f = 0,2$;

$$P_3 = \frac{3(46^2 - 30^2) \times 6125}{0,2 \times (46^3 - 30^3)} = 1588 \text{ Н.}$$

8. При использовании пневмо- или гидроцилиндра с цилиндром двустороннего действия подсчитывают диаметр поршня цилиндра D_u , мм, по формуле

$$D_u = \sqrt{\frac{4P_3}{\pi \times \eta \times p}} + d_u^2, \quad (5.9)$$

9. При использовании немеханизированного винтового привода необходимо вычислить диаметр резьбового конца оправки D_p , мм. При этом должно соблюдаться условие $D_p < D_{on} - (1 \dots 2)$ мм.

2 ЗАДАНИЕ

1. Выбрать исходные данные для расчета из таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета оправок

№	$M_{кр},$ Н·мм	$L_3,$ мм	$D_3,$ мм	$Z,$ мм	$d_3,$ мм	$T_{d3},$ мм	$e,$ мм	n
1	2550	100	50	1	30	0,033	0,08	1
2	2600	120	40	0,8	20	0,033	0,08	1
3	3000	55	60	0,6	40	0,039	0,10	3
4	2650	150	50	1,2	20	0,033	0,08	1
5	2700	200	40	1	30	0,033	0,08	1
6	2750	70	60	0,8	40	0,039	0,10	2
7	2900	80	50	0,6	50	0,041	0,12	3
8	2800	250	40	1,2	30	0,033	0,08	1
9	2850	280	60	1	20	0,033	0,08	1
10	2950	40	50	0,8	40	0,039	0,10	3
11	3050	300	40	0,6	20	0,033	0,08	1
12	2550	70	60	1,2	30	0,033	0,08	2
13	2600	80	50	1	40	0,039	0,10	1
14	3000	250	40	0,8	50	0,041	0,12	1
15	2650	280	60	0,6	30	0,033	0,08	1
16	2450	140	40	0,6	40	0,039	0,10	2
17	2900	100	50	1	40	0,039	0,10	1
18	2800	120	40	0,8	50	0,041	0,12	1
19	2850	55	60	0,6	30	0,033	0,08	1
20	2950	150	40	0,6	40	0,039	0,10	2

2. По представленной в теоретической части методике определить основные размеры оправки.
3. Определить усилие на приводе оправки.
4. Вычислить диаметр поршня цилиндра или резьбового конца оправки.
5. Оформить отчет по работе.
6. Сделать выводы.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем преимущества и недостатки цилиндрических оправок с зазором?
2. От чего зависит гарантированный крутящий момент оправки с зазором?
3. Как выбирают гарантированный зазор для свободной установки заготовки?
4. Какие допуски применяют для оправок с зазором?
5. От чего зависит диаметр поршня при использовании пневмо- или гидропривода?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование : учеб. пособие / В.В. Ермолаев. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.
2. Фаскиев, Р.С. Проектирование приспособлений : учебное пособие / Р.С. Фаскиев, Е.В. Бондаренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 178 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОНИЧЕСКОЙ ОПРАВКИ

Цель работы: Изучить и применить на практике методику расчета конической оправки с гарантированным зазором.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: назначение конических оправок, методика проектирования конических оправок.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Рассчитывать коническую оправку, делать эскиз конической оправки с проставлением всех размеров, проводить анализ технологичности изделия; разрабатывать проектно-конструкторскую документацию.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: В ремонтном производстве для точной обработки детали в радиальном направлении применяют конические оправки. Для точной установки детали на оправке и обеспечения качества выполняемых восстановительных работ необходимо научиться рассчитывать и проектировать токарные конические оправки.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Конические оправки исключают погрешность базирования заготовки в радиальном направлении, но имеют её в осевом. Точность центрирования составляет 0,005...0,01 мм. Рекомендуются следующие значения конусности оправок: 500^{-1} , 1000^{-1} , 1500^{-1} , 2000^{-1} , 2500^{-1} , 3000^{-1} , 3500^{-1} , 4000^{-1} , 5000^{-1} . Заготовка на оправку насаживается легкими ударами торцом о стальную подставку. Благодаря расклинивающему действию оправки достигается совмещение осей оправки и базового отверстия. Кроме того, заготовка удерживается от поворота за счет достигнутого натяга и зажима её не требуется.

Исходными данными являются: наибольший и наименьший диаметры отверстий заготовок в партии $d_{max} = 29,023$ мм, $d_{min} = 29,0$ мм; диаметр и длина обработанной детали соответственно $D = 60$ мм, $B = 30$ мм; длина обрабатываемой поверхности заготовки $B_1 = 30$ мм; допуск на торцовое и радиальное биение обрабатываемой детали соответственно $T_T = 0,040$ мм, $T_p = 0,025$ мм. Заготовка стальная. Спроектировать коническую оправку.

Методика расчета оправки.

1. Определяем наибольший диаметр оправки (рис. 6.1) D_o , мм, по формуле

$$D_o = d_{max} + 0,02, \quad (6.1)$$

где d_{max} – наибольший диаметр отверстий заготовок в партии, мм,

$$D_o = 29,023 + 0,02 = 29,043 \text{ мм.}$$

2. Определяем конусность оправки k_T для точной обработки торцов

$$k_T = \frac{2T_T}{D}, \quad (6.2)$$

где T_T – допуск на торцовое биение обрабатываемой детали, мм;

D – диаметр обработанной детали, мм,

$$k_T = \frac{2 \times 0,04}{60} \approx 0,001.$$

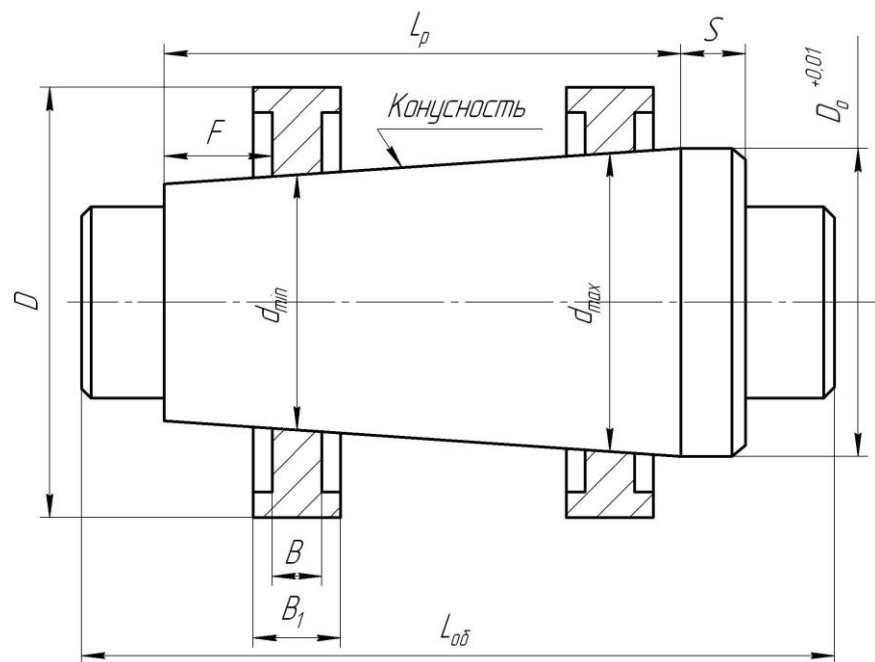


Рисунок 6.1 – Коническая оправка

3. Определяем конусность оправки k_p для точной обработки по наружному диаметру.

Для оправки с конусностью $k \leq 1 : 10000$

$$k_p = \frac{0,9T_p - 2y}{B_1}, \quad (6.3)$$

Для оправки с конусностью $k \geq 1 : 5000$

$$k_p = \frac{0,8T_p - 2y}{B_1}, \quad (6.4)$$

где T_p – допуск на радиальное биение обрабатываемой детали, мм;

y – поперечное смещение заготовки под действием силы резания, $y = 0,43 \dots 4,9$ мкм при хорошем качестве прилегания хвостовика оправки к расточке шпинделя, $y = 0,93 \dots 6,8$ мкм при плохом качестве прилегания хвостовика оправки к расточке шпинделя; B_1 – длина обрабатываемой поверхности заготовки, мм.

Принимая $y = 0,002$ мм и подставляя значение в формулу, получаем

$$k_p = \frac{0,9 \times 0,025 - 2 \times 0,002}{30} = 0,0006.$$

4. За конусность оправки k принимаем меньшее из двух значений k_p и k_T : $k = 0,0006 \approx 1:2000$.

Рекомендованы следующие значения k : 1:500; 1:1000; 1:1500; 1:2000; 1:2500; 1:3000; 1:3500; 1:4000; 1:5000, а для особо точной обработки – 1:10000; 1:20000; 1:40000.

5. Определяем рабочую длину оправки L_p по формуле

$$L_p = \frac{D_o - d_{\min}}{k} + (B + F_{\min}), \quad (6.5)$$

где $F_{\min}$ – запас длины конусной части оправки со стороны меньшего диаметра.

Рекомендуется $F = 10$ мм для $k \geq 1:2000$; $F = 20$ мм для $k \leq 1:3500$

$$L_p = \frac{29,043 - 29}{1/2000} + (30 + 10) = 126 \text{ мм.}$$

6. Длины и диаметры крайних (нерабочих) шеек оправки выбираем из конструктивных соображений. Принимаем их в примере равными соответственно 10 и 20 мм.

7. Общую длину оправки $L_{об}$ определяем с учетом, что она не должна превышать следующих значений:

при $D_o < 10$	$L_{об} \leq 80$	при $35 \leq D_o < 45$	$L_{об} \leq 350$
$10 \leq D_o < 15$	$L_{об} \leq 100$	$45 \leq D_o < 55$	$L_{об} \leq 410$
$15 \leq D_o < 20$	$L_{об} \leq 150$	$55 \leq D_o < 65$	$L_{об} \leq 480$
$20 \leq D_o < 25$	$L_{об} \leq 200$	$65 \leq D_o < 80$	$L_{об} \leq 530$
$25 \leq D_o < 35$	$L_{об} \leq 250$	$D_o \geq 80$	$L_{об} \leq 580$

В примере общая длина будет равна

$$L_{об} = 126 + 10 + 10 + 5 = 151 < 250 \text{ мм,}$$

поэтому достаточно одной оправки.

8. Оправки диаметром $D_o > 45$ мм рекомендуется делать пустотелыми.

9. Допуск радиального биения конической оправки относительно оси центров рекомендуется принимать

$$3 \text{ мкм} \leq T_{p.оп.} \leq 0,1 T_p.$$

10. Выбираем материал оправки – сталь 20Х, с цементацией на глубину 1,2...1,5 мм, $HRC_{э} 57...63$. Допуски радиального биения кониче-

ской шейки относительно оси центров выбираем не более 3-й степени точности.

2 ЗАДАНИЕ

1. Выбрать исходные данные для расчета из таблицы 6.1.
2. По представленной в теоретической части методике определить основные размеры оправки.
3. Оформить отчет по работе.
4. Сделать выводы.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчета конических оправок

№	d_{max} , мм	d_{min} , мм	D , мм	B , мм	B_1 , мм	T_T , мм	T_p , мм
1	29,025	29	60	30	40	0,040	0,025
2	48,042	48	70	40	50	0,050	0,030
3	52,064	52	80	50	60	0,06	0,035
4	29,035	29	64	30	30	0,040	0,024
5	48,045	48	70	40	50	0,050	0,030
6	52,066	52	76	50	60	0,06	0,035
7	39,025	39	60	40	45	0,040	0,025
8	38,042	38	70	40	50	0,050	0,030
9	52,064	52	60	50	60	0,06	0,035
10	29,034	29	64	30	36	0,040	0,024
11	48,040	48	70	40	50	0,050	0,030
12	52,060	52	76	50	60	0,06	0,035
13	29,030	29	64	30	38	0,040	0,024
14	48,040	48	70	40	46	0,050	0,030

№	d_{max} , мм	d_{min} , мм	D , мм	B , мм	B_1 , мм	T_T , мм	T_p , мм
15	52,060	52	76	50	58	0,06	0,035

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем преимущества и недостатки конических оправок?
2. Как определяется конусность оправок?
3. Какие оправки рекомендуется делать конструктивно при $D_o > 45$ мм?
4. Чему равен допуск радиального биения для конической оправки?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование : учеб. пособие / В.В. Ермолаев. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.

2. Фаскиев, Р.С. Проектирование приспособлений : учебное пособие / Р.С. Фаскиев, Е.В. Бондаренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 178 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРЕССОВОЙ ОПРАВКИ

Цель работы: Изучить и применить на практике методику расчета прессовой оправки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: назначение прессовых оправок, методика проектирования прессовых оправок.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Рассчитывать прессовую оправку, делать эскиз прессовой оправки с проставлением всех размеров, проводить анализ технологичности изделия; разрабатывать проектно-конструкторскую документацию.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: Для предотвращения повреждения базовых поверхностей заготовок в процессе установки деталей на прессовых оправках и обеспечения высокого качества выполняемых работ необходимо овладеть методикой расчета и проектирования оправок с натягом.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При установке заготовки на прессовую оправку погрешность базирования отсутствует, однако возможно повреждение базовой поверхно-

сти заготовки в процессе запрессовки и распрессовки. Точность центрирования на оправках с натягом составляет 0,005...0,01 мм.

Исходными данными являются: длина отверстия заготовки $l_3 = 70$ мм; наружный диаметр заготовки $D_3 = 100$ мм; номинальный, наименьший и наибольший диаметры отверстия заготовки соответственно $d_3 = 50$ мм, $d_{3min} = 50$ мм, $d_{3max} = 50,02$ мм; модули упругости материала заготовки и оправки соответственно $E_3 = 2,1 \times 10^5$ МПа, $E_{on} = 2,1 \times 10^5$ МПа; коэффициенты Пуассона заготовки и оправки $\mu_3 = \mu_{on} = \mu = 0,3$; крутящий момент от сил резания $M_{кр} = 10000$ Н·мм.

Методика расчета оправки.

1. Определяем длину рабочей шейки оправки $L_{р.оп.}$ (рис. 7.1), мм:

с опорным буртиком $L_{р.оп.} = l_3 - (2...5)$;

без опорного буртика $L_{р.оп.} = l_3 - (5...10)$, (7.1)

$$L_{р.оп.} = l_3 - (2...5) = 65 \text{ мм.}$$

2. Рассчитываем $M_{кр.гар.}$, гарантированный крутящий момент, передачу которого должна обеспечить проектируемая оправка

$$M_{кр.гар.} = K \times M_{кр.}, \quad (7.2)$$

где K – коэффициент запаса, $K = 2,5$.

$$M_{кр.гар.} = 2,5 \times 10000 = 25\,000 \text{ Н·мм.}$$

3. Рассчитываем давление в стыке «заготовка – рабочая шейка оправки», необходимое для надёжного закрепления заготовки, по формуле

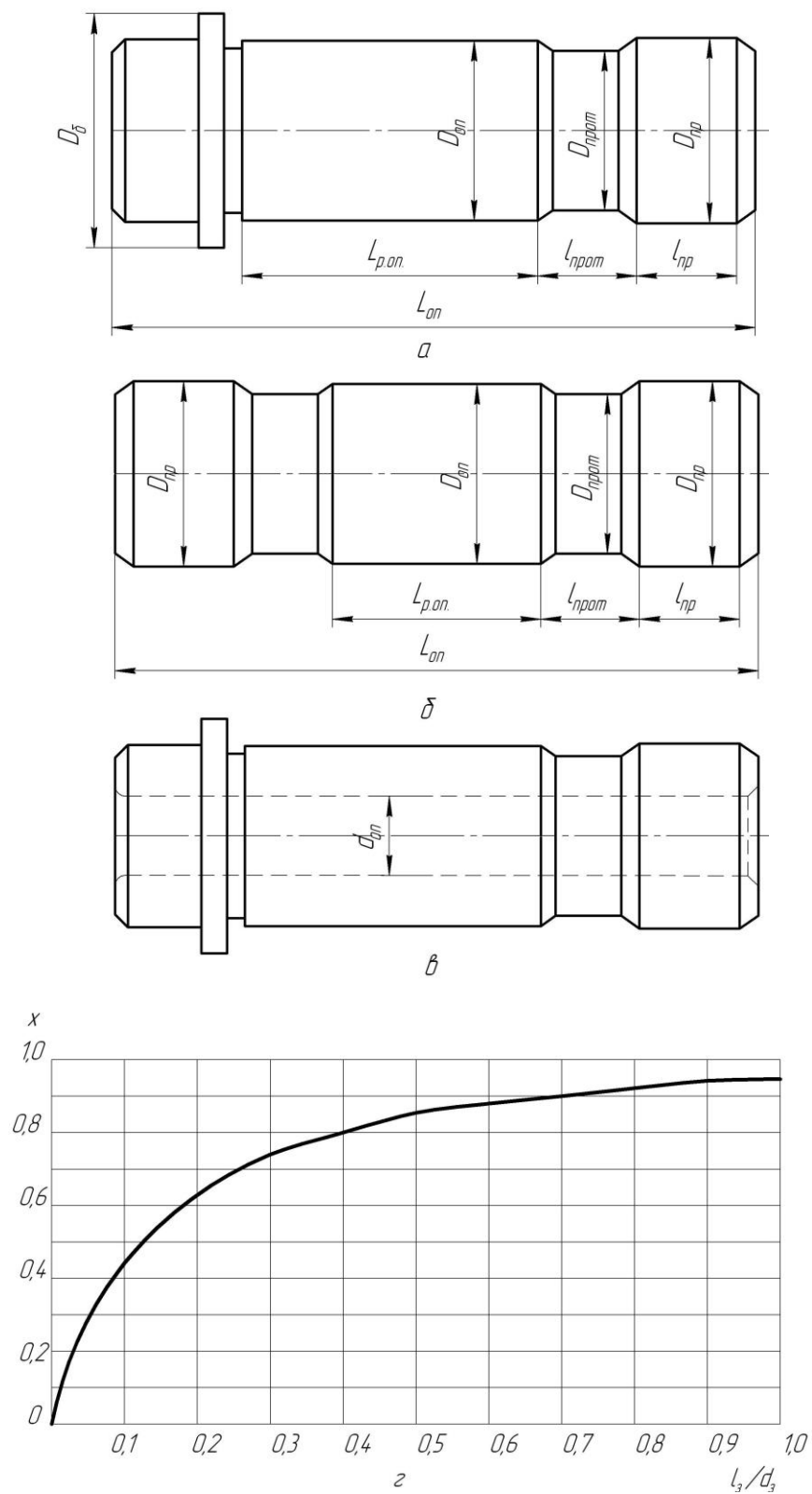


Рисунок 7.1 – Оправка цилиндрическая прессовая: *а* – сплошная с буртиком, *б* – сплошная без буртика, *в* – пустотелая с буртиком, *г* – график зависимости x от l_3/d_3

$$p = \frac{2M_{кр.зар.}}{\pi \times d_3^2 \times f \times L_{p.он.}}, \quad (7.3)$$

где $f = 0,16$ – коэффициент трения.

$$p = \frac{2 \times 25000}{\pi \times 50^2 \times 0,16 \times 65} = 30 \text{ МПа.}$$

4. Рассчитываем $D_{оп}$ – номинальный диаметр сплошной оправки (с учетом одинаковых значений модулей упругости)

$$D_{оп} = \frac{d_{з\max}}{1 - \frac{p}{E} \left(\mu + 0,7x + \frac{1+t_3^2}{1-t_3^2} \right)}, \quad (7.4)$$

где $t_3 = \frac{d_3}{D_3} = \frac{50}{100} = 0,5;$

x – коэффициент, принимаемый для расчетов равным 1,0 (рис. 7.1).

$$D_{оп} = \frac{50,02}{1 - \frac{30}{2,1 \times 10^5} \left(0,3 + 0,7 \times 1 + \frac{1+0,5^2}{1-0,5^2} \right)} = 50,039 \text{ мм.}$$

Поле допуска наружного диаметра $D_{оп}$ рабочей шейки оправки рекомендуется назначать г6 .

5. Определяем размеры $l_{пр}$ и $D_{пр}$ приемной шейки оправки:

$$l_{пр} = (0,3 \dots 0,5) l_3, \quad (7.5)$$

$$D_{пр} = d_{3\min}, \quad (7.6)$$

$$l_{пр} = (0,3 \dots 0,5) \times 70 = 35 \text{ мм,}$$

$$D_{пр} = 50 \text{ мм.}$$

Поле допуска диаметра $D_{\text{пр}}$ рекомендуется назначать $e8$.

6. Диаметр буртика для оправок с буртиком принимаем

$$D_6 = D_3 - (1 \dots 10), \quad (7.7)$$

$$D_6 = 100 - 5 = 95 \text{ мм.}$$

Поле допуска диаметра буртика – $h9$.

При проектировании оправки без буртика диаметр левой шейки принимают равным диаметру приемной шейки (поле допуска $h11$).

7. Определяем $D_{\text{прот}}$ и $l_{\text{прот}}$ проточки между рабочей и приёмной шейками оправки:

$$D_{\text{прот}} = D_{\text{пр}} - (2 \dots 3), \quad (7.8)$$

$$D_{\text{прот}} = 50 - (2 \dots 3) = 47 \text{ мм,}$$

$$l_{\text{прот}} \geq l_3 - L_{\text{р.оп}} + (2 \dots 5), \quad (7.9)$$

$$l_{\text{прот}} \geq 70 - 65 + (2 \dots 5) = 7 \text{ мм.}$$

8. Определяем общую длину оправки из соотношения

$$L_{\text{оп}} = (5 \dots 7) D_{\text{оп}}, \quad (7.10)$$

$$L_{\text{оп}} = (5 \dots 7) \times 50,039 = 250 \text{ мм.}$$

9. Определяем усилие запрессовки, обеспечивающее надежное закрепление заготовки

$$P_3 = \frac{\pi \times d_3 \times L_{\text{р.оп}} \times f \times (d_{3\text{max}} - d_{3\text{min}} + \delta + \beta + \gamma) \times E}{D_{\text{оп}} \times \left(\mu + 0,7\chi + \frac{1+t_3^2}{1-t_3^2} \right)}, \quad (7.11)$$

где δ – диаметральный гарантированный натяг, $\delta = 0,019$ мм;

β – поле допуска на диаметр $D_{\text{оп}}$, мм, $\beta = 0,02$ для $D_{\text{оп}} = 50,039$ мм;

γ – допуск на износ рабочей шейки оправки, $\gamma = 0,01 \dots 0,015$ мм.

$$P_3 = \frac{\pi \times 50 \times 65 \times 0,16 \times (50,02 - 50 + 0,019 + 0,02 + 0,01) \times 2,1 \times 10^5}{50,039 \times \left(0,3 + 0,7 \times 1 + \frac{1 + 0,5^2}{1 - 0,5^2} \right)} = 178000 \text{ Н.}$$

10. Выбираем материал оправки – сталь 20Х с цементацией на глубину 1,2...1,5 мм, HRC_э 57...63. Допуски радиального биения рабочей шейки относительно оси центров выбираем не более 3-й степени точности, а биение опорного торца – 6-й степени точности.

2 ЗАДАНИЕ

1. Выбрать исходные данные для расчета из таблицы 7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные для расчета оправок с натягом

№	l_3 , мм	D_3 , мм	d_3 , мм	d_{3min} , мм	d_{3max} , мм	E_3 , МПа	$E_{оп}$, МПа	μ_3	$\mu_{оп}$	$M_{кр}$, Н×мм
1	72	100	52	52	52,02	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	12 000
2	80	120	60	60	60,03	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	12 000
3	90	130	70	70	70,03	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	20 000
4	74	100	56	56	56,04	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	14 000
5	82	120	60	60	60,03	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	12 000
6	92	130	70	70	70,03	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	16 000
7	70	100	50	50	50,02	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	12 000
8	80	110	60	60	60,04	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	18 000
9	84	126	70	70	70,03	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	16 000
10	76	100	58	58	58,04	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	10 000
11	80	114	60	60	60,03	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	15 000
12	94	130	70	70	70,04	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	18 000
13	98	130	76	76	76,06	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	12 000
14	68	90	50	50	50,02	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	20 000
15	82	110	60	60	60,04	$2,1 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	0,3	0,3	18 000

2. По представленной в теоретической части методике определить основные размеры оправки.

3. Определить усилие запрессовки, обеспечивающее надёжное закрепление заготовки.
4. Оформить отчет по работе.
5. Сделать выводы.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем преимущество и недостатки прессовых оправок?
2. От каких параметров зависит диаметр оправки?
3. Как рекомендуется выбирать длину оправки?
4. От каких факторов зависит усилие запрессовки?
5. Чему равен допуск радиального биения рабочей шейки относительно оси центров?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование : учеб. пособие / В.В. Ермолаев. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.

2. Фаскиев, Р.С. Проектирование приспособлений : учебное пособие / Р.С. Фаскиев, Е.В. Бондаренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 178 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Цель работы: Изучение устройства и принципа работы технологической оснастки с пневматическим приводом.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: устройство и принцип работы пневматического привода; основные элементы, входящие в состав пневмопривода.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Подбирать пневмопривод в зависимости от условий его эксплуатации; разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в области технической эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: В настоящее время остро стоит проблема обеспечения безопасности автотранспортных средств (АТС), особенно используемых при осуществлении пассажирских и грузовых перевозок. Тяжесть последствий ДТП с участием АТС данной группы наиболее высокая. Одним из направлений решения указанной проблемы является поддержание в исправном техническом состоянии автомобильных систем и агрегатов, влияющих на безопасность движения. Поэтому акту-

альной является задача изучения устройства и принципа работы технологической оснастки с пневматическим приводом.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Пневматический привод (пневмопривод) – совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха. Обязательными элементами пневмопривода являются компрессор (генератор пневматической энергии) и пневмодвигатель.

Пневмопривод, подобно гидроприводу, представляет собой своего рода «пневматическую вставку» между приводным двигателем и нагрузкой (машиной или механизмом) и выполняет те же функции, что и механическая передача (редуктор, ремённая передача, кривошипно-шатунный механизм и т. д.).

Основное назначение пневмопривода, как и механической передачи, – преобразование механической характеристики приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки (преобразование вида движения выходного звена двигателя, его параметров, а также регулирование, защита от перегрузок и др.).

В общих чертах, передача энергии в пневмоприводе происходит следующим образом: приводной двигатель передаёт вращающий момент на вал компрессора, который сообщает энергию рабочему газу, рабочий газ после специальной подготовки по пневмолиниям через регулируюшую аппаратуру поступает в пневмодвигатель, где пневматическая энергия преобразуется в механическую, после этого рабочий газ выбрасывается в окружающую среду, в отличие от гидропривода, в ко-

тором рабочая жидкость по гидролиниям возвращается либо в гидробак, либо непосредственно к насосу.

В зависимости от характера движения выходного звена пневмодвигателя (вала пневмомотора или штока пневмоцилиндра), и соответственно, характера движения рабочего органа пневмопривод может быть вращательным или поступательным. Пневмоприводы с поступательным движением получили наибольшее распространение в технике.

Пневматический привод (пневмопривод), один из основных современных видов привода (наряду с электрическим и гидравлическим, обеспечивающий работу самых различных машин.

Широкое распространение пневмопривода объясняется целым рядом его *достоинств*: простотой конструкции, доступностью рабочего тела (воздуха из окружающей среды), простотой эксплуатации и ремонта, сравнительно низкой стоимостью, высокой надежностью работы при высоких и низких температурах, полной пожаро- и взрывобезопасностью при высокой влажности и запыленности окружающей среды. Срок службы пневмопривода достигает 10...20 тыс. часов (до 10...50 млн. циклов работы). Он может обеспечивать очень высокие скорости выходного звена – до нескольких метров в секунду, а при вращательном – до 300 тыс. оборотов в минуту. Рабочие скорости пневмопривода значительно выше скоростей гидропривода. По транспортабельности сжатый воздух уступает только электроэнергии. Сжатым воздухом можно одновременно снабжать большое число пневмоприводов машин от одного источника, например, компрессорной станции завода. Пневмоприводы в отличие от электрических не требуют защитных устройств от перегрузки. Пневмодвигатели можно затормаживать до полной остановки на неограниченное время, не боясь перегрузки. Скорость движения и развиваемое рабочее усилие регулируются плавно и легко. Рабо-

чее усилие после регулировки поддерживается у них на постоянном уровне с высокой точностью. Во многих случаях пневмоприводы удаётся соединять с рабочими органами непосредственно, без сложных механических передач. Это существенно упрощает конструкцию машин.

К **недостаткам** пневмопривода относятся невозможность обеспечить плавное перемещение рабочих органов машин при колебаниях нагрузки, сложность обеспечения точной остановки выходного звена, например штока пневмоцилиндра, в любом промежуточном положении. Это объясняется сжимаемостью воздуха – рабочего тела пневмопривода. Скорость передачи пневматических командных сигналов по трубопроводам ограничена скоростью распространения звука в воздушной среде. Поэтому для увеличения быстродействия применяют комбинированные электропневматические системы управления, в которых командные сигналы передаются по электрическим линиям связи.

Сжимаемость воздуха (или объёмная упругость), то есть изменение объёма под действием внешних сил, в других случаях является не недостатком, а решающим преимуществом. Именно это свойство используется в пневматических шинах и подвесках автомобилей, в приводах автоматических дверей электропоездов и метро, в надувных лодках и футбольных мячах для смягчения ударов.

Сжимаемость воздуха и несжимаемость минерального масла, прежде всего, и определяют и разграничивают области применения пневматических и гидравлических приводов.

Высокую плавность и равномерность хода, точность остановки выходного звена, большие рабочие усилия может обеспечить гидравлический привод, в котором рабочим телом служит несжимаемая жидкость – минеральное масло, или комбинированный привод – пневмогидравлический. Только в этих случаях рационально его применение. Однако

гидропривод имеет целый ряд недостатков: трудность снабжения рабочим телом – минеральным маслом, опасность его утечки через уплотнения и т.д. Поэтому в большинстве случаев рационально применять более простой в эксплуатации пневмопривод, рабочим телом для которого служит воздух из атмосферы, сжатый в компрессоре.

В состав системы пневмопривода могут входить самые различные пневмодвигатели: пневмоцилиндры, мембранные (или диафрагменные) исполнительные механизмы, поворотные пневмодвигатели, многооборотные пневмомоторы. Кроме того, в системы входят устройства управления их движением (пневмораспределители, дроссели с обратными клапанами, редукционные клапаны), кондиционеры (фильтры-влагоотделители, маслораспылители, обеспечивающие смазку подвижных частей пневмоаппаратуры, глушители шума); запорные органы (вентили); пневмолинии (трубопроводы и соединения).

Основные элементы, входящие в состав пневмопривода, приведенные на рисунке 8.1, которые в зависимости от выполняемых задач, могут иметь различное конструктивное исполнение.

Типовая пневматическая схема подключения к сети пневмоцилиндра двустороннего действия приведена на рисунке 8.2.

По схеме действия пневмоцилиндры подразделяются на односторонние и двусторонние (рис. 8.3). По методу компоновки с оборудованием различают пневмоцилиндры прикрепляемые, встраиваемые и агрегатированные.

В пневмоцилиндрах одностороннего действия давление сжатого воздуха действует на поршень только в одном направлении, в другую сторону поршень со штоком перемещается под действием других сил и поэтому такие пневмоцилиндры используют в случаях, когда при зажиме детали требуется сила большая, чем при разжиге.

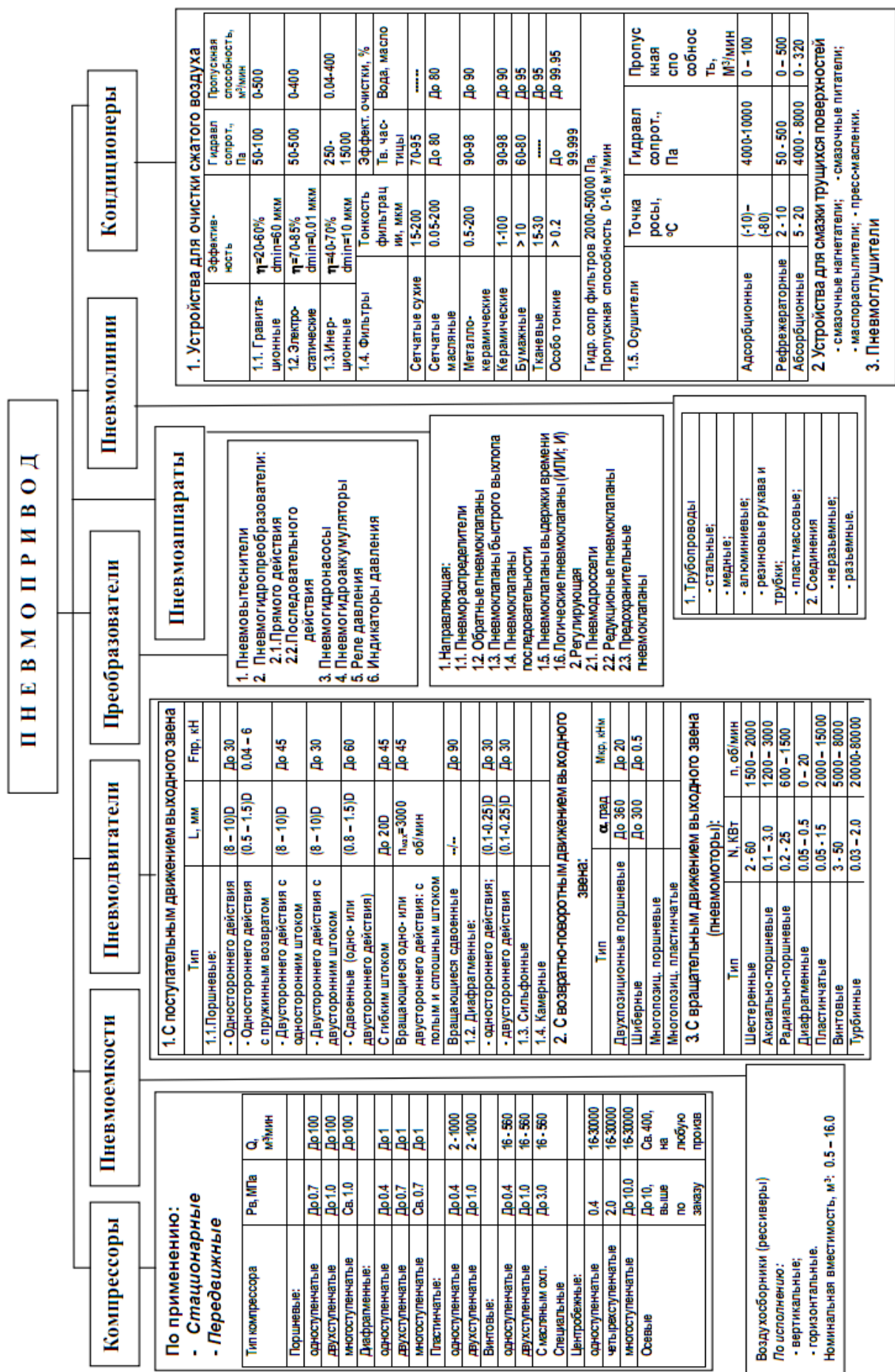


Рисунок 8.1 – Структура пневмопривода

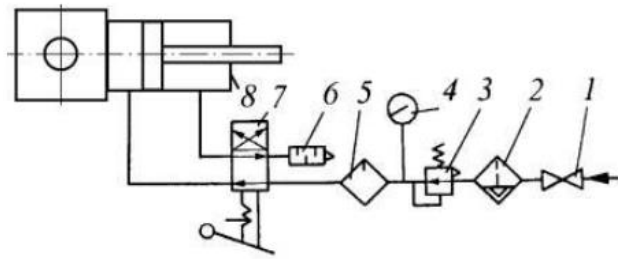


Рисунок 8.2 – Типовая пневматическая схема подключения к сети пневмоцилиндра: 1 – вентиль; 2 – фильтр-водоотделитель; 3 – редукционный пневмоклапан; 4 – манометр; 5 – маслораспылитель; 6 – пневмоглушитель; 7 – пневмораспределитель; 8 – пневмоцилиндр.

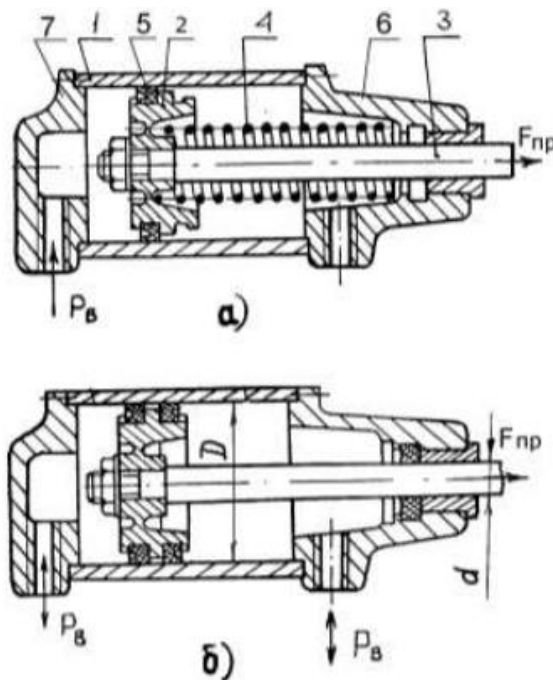


Рисунок 8.3 – Схемы пневмоцилиндров одностороннего а) и двустороннего б) действия: 1 – корпус (гильза), 2 – поршень, 3 – шток, 4 – возвратная пружина, 5 – уплотнение, 6 – передняя крышка, 7 – задняя крышка

В пневмоцилиндрах двустороннего действия перемещение поршня со штоком под действием сжатого воздуха происходит в двух противо-

положных направлениях и поэтому их используют в случаях, когда при зажиме и разжиме детали требуется одинаково большая сила.

По виду установки различают стационарные пневмоцилиндры и вращающиеся. Вращающиеся пневмоцилиндры используют для перемещения зажимных устройств вращающихся приспособлений (патроны токарных станков).

Стандарт предусматривает изготовление пневмоцилиндров со следующими видами крепления (рис. 8.4): на удлиненных стяжках, на лапах, на переднем и заднем фланцах, на проушине и на цапфах.

Условием нормальной работы пневмоцилиндров является их герметичность. В современных пневмоцилиндрах применяют два типа уплотнителей:

- манжеты V-образного сечения из маслостойкой резины для уплотнения зазоров в сопряжениях поршней с цилиндрами, штоков с крышками;
- кольца круглого сечения из маслостойкой резины для уплотнения кольцевых зазоров в сопряжениях поршней с цилиндрами, штоков с крышками и неподвижных соединений цилиндров с крышками.

Манжеты обладают следующими достоинствами: высокая долговечность; герметичность; менее жесткие, чем у колец требования по точности и качеству уплотняющих поверхностей.

Недостатки: относительная сложность изготовления и большой размер уплотнительного узла.

Кольца круглого сечения более требовательны к точности и качеству обработки уплотняемых поверхностей, однако обеспечивают наименьший размер уплотняемого узла.

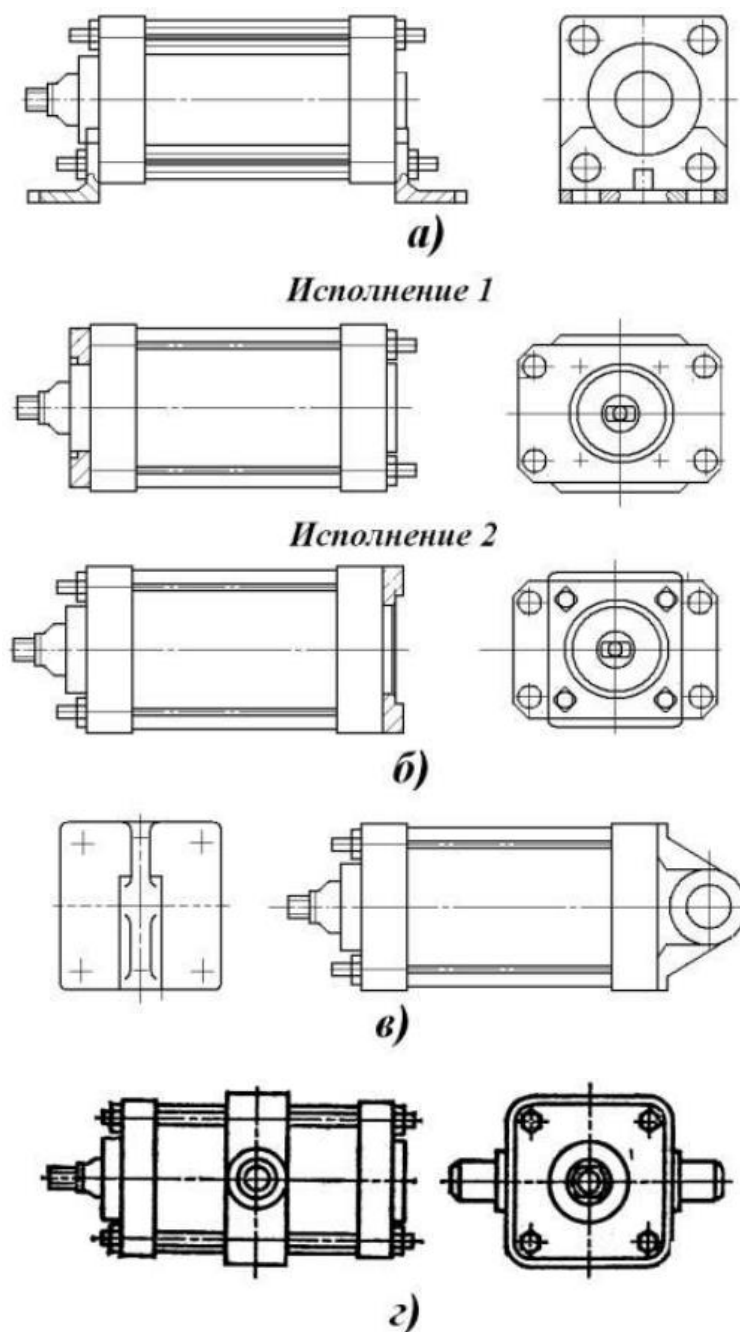


Рисунок 8.4 – Исполнение пневмоцилиндров по способу крепления:

а) на лапах, б) на переднем и заднем фланцах, в) на проушине,

г) на цапфах

К пневмоцилиндрам предъявляют следующие технические требования, они должны быть:

- герметичны и не допускать утечки воздуха при давлении сжатого воздуха $p_v = 0,58$ МПа;

- проверены на прочность при давлении сжатого воздуха $p_v = 0,9$ МПа;
- проверены на работоспособность;
- перемещения поршня со штоком из одного крайнего положения в другое в диапазоне рабочих давлений $p_v = 0,195 \dots 0,58$ МПа должно происходить плавно, без рывков;
- обеспечивать осевую силу, развиваемую поршнем со штоком при его перемещении с давлением сжатого воздуха $p_v = 0,58$ МПа, не менее 85 % от расчетной силы F_{np} ;
- обеспечивать герметичность:
 - а) для цилиндров с уплотнением поршня манжетами не менее 400000 двойных ходов при длине хода равной двум диаметрам цилиндра;
 - б) для цилиндров с уплотнением поршня кольцами круглого сечения не менее 1500000 двойных ходов.

При применении V-образных манжет сопряжение поршня с цилиндром производится с посадкой $H11/d11$ с шероховатостью рабочей поверхности цилиндра $Ra = 1,25$ мкм. В случае использования колец круглого сечения осуществляют посадку $H7/f7$ с шероховатостью рабочей поверхности цилиндра $Ra = 0,32$ мкм.

2 ЗАДАНИЕ

1. Изучить устройство и принцип работы пневматического привода.
2. Представить в отчете структуру пневмопривода.
3. Зарисовать типовую пневматическую схему подключения к сети пневмоцилиндра.
4. Зарисовать схемы подключения к сети пневмоцилиндра одностороннего и двустороннего действия.

5. Оформить отчет и сделать вывод по работе.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое «пневматический привод»?
2. Каково назначение пневмопривода?
3. Какие Вы знаете достоинства и недостатки пневмопривода?
4. Какие элементы входят в состав системы пневмопривода?
5. Как подразделяются пневмоцилиндры по схеме действия?
6. В каких случаях используют вращающиеся пневмоцилиндры?
7. Какие виды крепления пневмоцилиндров Вы знаете?
8. Какие два типа уплотнителей применяют в современных пневмоцилиндрах?
9. Какие технические требования предъявляют к современным пневмоцилиндрам?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фаскиев, Р.С. Проектирование приспособлений : учебное пособие / Р.С. Фаскиев, Е.В. Бондаренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 178 с.

2. Ющенко, Н.И. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технологическая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» / Н.И. Ющенко, Н.С. Новоходский. - Издательство Северо-Кавказского государственного технического университета, Ставрополь. – 70 с.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Цель работы: определение основных параметров пневматического привода технологической оснастки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: основные параметры пневматических цилиндров, методика определения основных параметров пневмоцилиндров.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определять основные параметры пневматических цилиндров; выполнять расчетно-проектировочные работы и разрабатывать техническую документацию по эксплуатации транспортных и технологических машин и оборудования.

Формируемые компетенции: ПК-1 - готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования; ПК-2 - готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Актуальность темы: Пневматические цилиндры широко используются в автомобильной промышленности для автоматизации производственных процессов. Поэтому актуальной является задача изучения и практического применения методики расчета технологической оснастки с пневматическим приводом.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Расчет и подбор пневмоцилиндра рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. *Определяем расчетный диаметр пневмоцилиндра* по требуемой технологической силе на штоке и ее направлению P_T

$$D_p = k \sqrt{\frac{P_T}{p \cdot \eta}}, \quad (9.1)$$

где D_p – расчетный диаметр пневмоцилиндра, мм;

k – коэффициент, учитывающий направление силы на штоке, для толкающей силы P_{T1} на штоке цилиндра коэффициент $k = 1,13$, а для тянущей силы P_{T2} на штоке цилиндра коэффициент $k = 1,165$;

P_T – требуемая технологическая сила на штоке (зажима детали, запрессовки, распрессовки и т. п.), Н;

p – давление сжатого воздуха в сети. МПа, обычно $p = 0,4 \dots 0,6$ МПа;

η – КПД пневмоцилиндра, $\eta = 0,85$.

Расчетный диаметр округляем по таблице 9.1 или по до ближайшего большего стандартного размера D .

Размеры пневмоцилиндров без торможения на удлинённых стяжках представлены на рисунке 9.1.

Сокращенные ряды хода штока L , мм: 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; (56); 63; (70); 80; 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320 и т. д.

Таблица 9.1 – Параметры пневматических цилиндров (ГОСТ 15608-81)

Параметры	Диаметр цилиндра, мм							
	32	50	80	100	125	160	200	250
Диаметр штока, мм	10	16	25	25	32	40	50	63
Ход штока, мм	10... 320	10... 500	10... 100; 180... 800	10... 1000	10... 1250	10... 1600	10... 2000	10... 2500

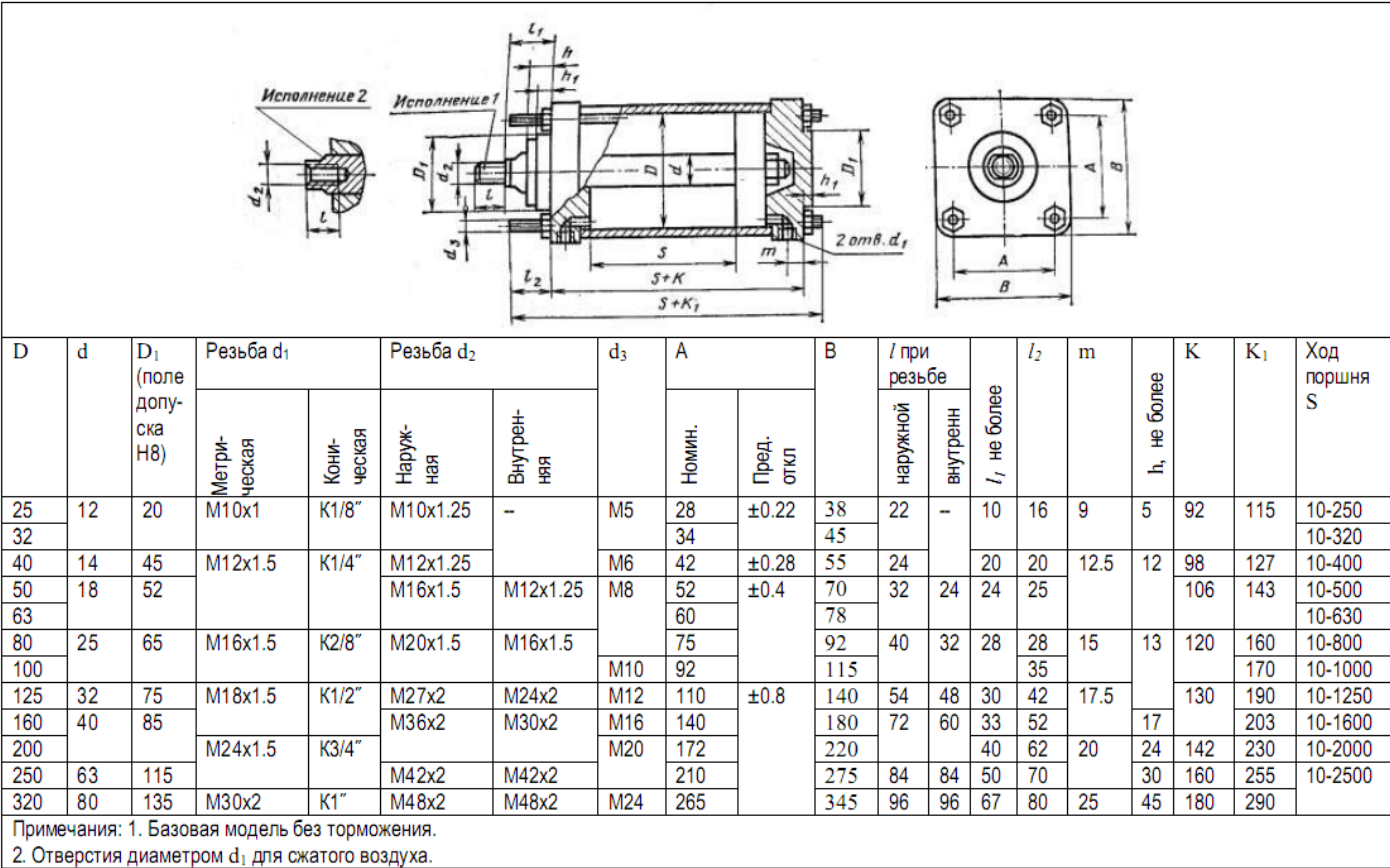


Рисунок 9.1 – Пневмоцилиндры без торможения, размеры

Пневмоцилиндры двустороннего действия обычно применяются в тех случаях, когда при зажиме и разжиме детали в приспособлении требуется большой рабочий ход штока и большая сила.

2. *Определяем действующую силу на штоке* пневмоцилиндра при рабочем ходе.

На рисунке 9.2 приведена расчетная схема сил на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия в двух позициях: «Обратный ход» и «Прямой ход».

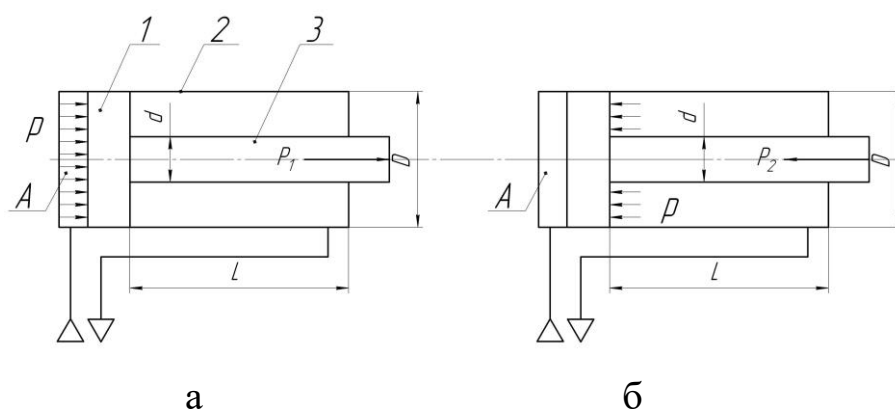


Рисунок 9.2 – К расчету силы на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия в положениях рукоятки крана управления:

(а) – «Прямой ход» и (б) – «Обратный ход»

При установке рукоятки крана управления в положение «Прямой ход» (рисунок 9.2 а) сжатый воздух поступает в полость *A* пневмоцилиндра и происходит прямой ход штока 3. При этом осуществляется зажим детали или сборочной единицы в технологической оснастке. Воздух из штоковой полости гильзы 2 выталкивается в атмосферу через выхлопное отверстие.

Толкающую силу на штоке можно определить по формуле

$$P_1 = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta, \quad (9.2)$$

где P_1 – толкающая сила на штоке, Н;

D – внутренний диаметр пневмоцилиндра, мм;

p – давление сжатого воздуха в сети, обычно $p = 0,4 \dots 0,6$ МПа;

η – КПД цилиндра, можно принять $\eta = 0,85 \dots 0,90$.

При переключении крана управления в положение «Обратный ход» (рисунок 9.2б) сжатый воздух поступает в штоковую полость гильзы 2. Под его действием поршень 1 и шток 3 перемещаются влево с тянущей силой P_2 . При этом происходит разжим детали или сборочной единицы, а поршень занимает крайнее левое положение. Воздух из полости A выходит в атмосферу через выхлопное отверстие крана управления (рисунок 9.2).

Тянущую силу P_2 на штоке можно определить по формуле

$$P_2 = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (9.3)$$

где P_2 – тянущая сила на штоке, Н;

d – диаметр штока, мм.

Проверяется правильность выбора пневмоцилиндра. Необходимо, чтобы сила, развиваемая на штоке при рабочем ходе, была не менее требуемой технологической силы: $P_1 \geq P_T$ или $P_2 \geq P_T$.

Пневмоцилиндры на давление до 1 МПа по ГОСТ 15608-81 изготовляют следующих исполнений:

по способу торможения: 1 – без торможения; 2 – с торможением;

по выполнению конца штока: 1 – с наружной резьбой; 2 – с внутренней резьбой;

по присоединительной резьбе для подвода воздуха: 1 – с метрической резьбой; 2 – с конической резьбой.

3. Определяем условный диаметр и ведем подбор воздухопровода

Условный (внутренний) диаметр воздухопровода определяют исходя из требуемого времени срабатывания привода

$$d_o = \sqrt{\frac{D^2 \cdot L}{t_c \cdot v_g}}, \quad (9.4)$$

где d_o – внутренний диаметр воздухопровода, см;

D и L – диаметр цилиндра и длина хода поршня, см;

t_c – время срабатывания пневмопривода, обычно - 0,5...2,5 с;

v_g – скорость протекания воздуха в воздухопроводе в см/с, которая принимается равной 170...250 см/с.

Для подвода сжатого воздуха к пневмоприводам рекомендуется применять латунные (ГОСТ 494-90) и медные (ГОСТ 617-90) трубки с наружным диаметром 8, 10 и 12 мм и с толщиной стенки 1 мм.

Сортамент и примеры обозначений трубок приведены в соответствующих стандартах. Например, труба тянутая, холоднокатаная (Д), круглая (КР), нормальной точности (Н), полутвердая (П), наружным диаметром 12 мм и толщиной стенки 1 мм, кратной длины (КД) из латуни Л 63 обозначается в конструкторской документации: «Труба Д КР Н П 12×1 КД 1500 Л 63 ГОСТ 494-90».

4. Часовой расход сжатого воздуха.

Расход сжатого воздуха W в м³ за час работы пневмопривода с цилиндром двустороннего действия определяется по формуле

$$W = 0,785 \cdot (2D^2 - d)^2 \cdot L \cdot n, \quad (9.5)$$

где D – рабочий диаметр цилиндра, м;

d – диаметр штока цилиндра, м;

L – длина рабочего хода штока, м;

n – число рабочих ходов поршня в час, условно принимаем $n = 100$.

Пример выполнения работы.

Составить расчетную схему, выполнить расчет и подобрать для приспособления пневмоцилиндр двустороннего действия с толкающей технологической силой на штоке $P_T = 5000 \text{ Н}$ и ходом штока $L = 150 \text{ мм}$; рассчитать условный диаметр и подобрать воздухопровод; определить часовой расход сжатого воздуха.

Решение.

Пневмоцилиндры двустороннего действия обычно применяются в тех случаях, когда при зажиме и разжиме детали в приспособлении требуется большой рабочий ход штока и большая сила. Расчет и подбор пневмоцилиндра выполняем в следующей последовательности:

1. Определяем расчетный диаметр пневмоцилиндра по требуемой технологической силе на штоке и ее направлению P_T

$$D_p = k \sqrt{\frac{P_T}{p \cdot \eta}},$$

где D_p – расчетный диаметр пневмоцилиндра, мм;

k – коэффициент, учитывающий направление силы на штоке, для толкающей силы P_{T1} на штоке цилиндра коэффициент $k = 1,13$, а для тянущей силы P_{T2} на штоке цилиндра коэффициент $k = 1,165$;

P_T – требуемая технологическая сила на штоке (зажима детали, запрессовки, распрессовки и т. п.), по заданию $P_T = 5000 \text{ Н}$;

p – давление сжатого воздуха в сети, МПа, принимаем $p = 0,5 \text{ МПа}$;

η – КПД пневмоцилиндра, принимаем $\eta = 0,85$.

$$D_p = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{5000}{0,5 \cdot 0,85}} = 122,57 \text{ мм.}$$

Расчетный диаметр округляем по таблице 9.1 до ближайшего большего стандартного размера $D = 125$ мм.

2. Определяем действующую силу на штоке пневмоцилиндра при рабочем ходе. На рис. 9.2 приведена расчетная схема сил на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия в двух позициях: «Обратный ход» и «Прямой ход».

Толкающую силу на штоке определяем по формуле

$$P_1 = 0,785 \cdot D^2 p \eta,$$

где P_1 – толкающая сила на штоке, H ;

D – внутренний диаметр пневмоцилиндра, $D = 125$ мм;

p – давление сжатого воздуха в сети, принимаем $p = 0,5$ МПа;

η – КПД цилиндра, $\eta = 0,85 \dots 0,90$, можно принять $\eta = 0,85$.

$$P_1 = 0,785 \cdot 125^2 \cdot 0,5 \cdot 0,85 = 5212,89 H$$

Так как $5212,89 H > 5000 H$, то сила P_1 достаточная для зажима детали.

Принимаем по справочнику [3] стандартный пневмоцилиндр без торможения 1, на удлиненных стяжках 0, с наружной резьбой на конце штока 1, с метрической присоединительной резьбой 1, диаметром $D = 125$ мм и длиной хода $L = 150$ мм:

Пневмоцилиндр 1011 - 125 × 150 ГОСТ 15608 - 81.

3. Рассчитаем условный диаметр воздухопровода.

Определим внутренний диаметр воздухопровода по формуле

$$d_o = \sqrt{\frac{D^2 L}{t_c v_g}}, \text{ см},$$

где D – диаметр цилиндра, $D = 12,5$ см;

L – длина хода поршня, $L = 15,0$ см;

t_c – время срабатывания пневмопривода, обычно оно равно 0,5...2,5 с, принимаем $t_c = 2,0$ с;

v_g – скорость протекания сжатого воздуха в воздухопроводе в см/с, принимаем $v_g = 2000$ см/с.

$$d_o = \sqrt{\frac{12,5^2 \cdot 15,0}{2,0 \cdot 2000}} = 0,765 \text{ см}.$$

Принимаем $d_o = 8$ мм. Для нашего примера подходит труба из меди МЗ, тянутая, мягкая (М), с наружным диаметром 10 мм и толщиной стенки 1 мм, немерной длины, которая обозначается: «Труба МЗ М 10×1 ГОСТ 617-90». Внутренний диаметр её составляет 8 мм.

4. Часовой расход сжатого воздуха пневмоцилиндром W , м³/ч,

$$W = 0,785 \cdot (2D^2 - d^2) \cdot L \cdot n ,$$

где D – рабочий диаметр цилиндра, $D = 0,125$ м;

d – диаметр штока цилиндра, $d = 0,032$ м;

L – длина рабочего хода штока, $L = 0,15$ м; n – число рабочих ходов поршня в час, условно принимаем $n = 100$.

$$W = 0,785 \cdot (2 \cdot 0,125^2 - 0,032^2) \cdot 0,15 \cdot 100 = 0,356 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2 ЗАДАНИЕ

1. Выбрать исходные данные для расчета из таблицы 9.2.
2. Определить основные параметры пневматического привода технологической оснастки.
3. Оформить работу и сделать выводы.

Таблица 9.2 – Исходные данные и варианты расчетов

Вариант	1	2	3	4	5	6
P_{T1} , кН	1,2	3,6	5,5	8,0	9,0	1,2
L , мм	320	70	70	63	120	120
Вариант	7	8	9	10	11	12
P_{T2} , кН	2,45	3,7	5,6	10,0	16,0	23,0
L , мм	63	80	100	95	110	175
Вариант	13	14	15	16	17	18
P_{T1} , кН	20,5	15,0	7,5	5,1	3,2	2,0
L , мм	200	220	250	280	320	130
Вариант	19	20	21	22	23	24
P_{T2} , кН	21,2	9,9	5,5	4,9	2,4	1,4
L , мм	76	90	90	100	125	125
Вариант	25	26	27	28	29	30
P_{T1} , кН	5,9	2,5	3,10	4,8	4,9	5,0
L , мм	80	63	110	118	120	150

Примечание. P_{T1} – толкающая сила; L – ход штока; P_{T2} – тянущая сила.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие параметры влияют на расчетный диаметр пневмоцилиндра?
2. Как определить действующую силу на штоке пневмоцилиндра?

3. Какие исполнения пневмоцилиндров Вы знаете (по ГОСТ 15608-81)?
4. Как выполняется подбор воздухопровода к пневмоцилиндру?
5. От чего зависит расход сжатого воздуха пневмоцилиндром?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фаскиев, Р.С. Проектирование приспособлений : учебное пособие / Р.С. Фаскиев, Е.В. Бондаренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 178 с.
2. Ющенко, Н.И. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технологическая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» / Н.И. Ющенко, Н.С. Новоходский. - Издательство Северо-Кавказского государственного технического университета, Ставрополь. – 70 с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. – М.: Машиностроение, 2006. – 728 с., ил.
4. ГОСТ 15608-81. Пневмоцилиндры поршневые. Технические условия.
5. ГОСТ 617-90. Трубы медные. Технические условия.
6. ГОСТ 494-90. Трубы латунные. Технические условия.