

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических занятий по дисциплине
"ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ"
для студентов направления подготовки
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Методические указания составлены в соответствии с рабочим учебным планом и программой дисциплины «Проектирование технологической оснастки» для студентов специальности 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Методические указания предназначены для практических занятий, содержат теоретический материал, необходимый при организации практических занятий, примеры решения задач, задания и список рекомендуемой литературы.

Составители:

к.т.н., доцент Сидоренко С.А.

доцент Герасимов Р.В.

Оглавление

1	Практическое занятие «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ СИСТЕМ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ».....	6
2	Практическое занятие «ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГОТОВКИ НА ПРИЗМУ».....	16
3	Практическое занятие «ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОПРАВКИ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ЗАЗОРОМ» 23	
4	Практическое занятие «РАСЧЕТ ЦАНГОВОГО ЗАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА»	29
5	Практическое занятие «ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ»	36
6	Практическое занятие «РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ»	43
7	Практическое занятие «ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПОРЯДКА РАБОТЫ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ»	58
8	Практическое занятие «ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ КОНДУКТОРА ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ЧЕТЫРЁХ ОТВЕРСТИИ» 65	
9	Практическое занятие «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ»	71
10	Практическое занятие РАСЧЕТ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ В NANOCAD МЕХАНИКА	75
11	Практическое занятие «ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ»	88
12	Практическое занятие «ВЫБОР ИЛИ РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ КОНТРОЛЯ»	91
13	Практическое занятие РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ КИП100	

14 Практическое занятие РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	105
15 Практическое занятие РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНЫХ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ РАБОЧИХ И КОНТРОЛЬНЫХ КАЛИБРОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ ПОСАДКУ	3
16 Практическое занятие КАЛИБРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	15
17 Практическое занятие КАЛИБРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЛУБИН И ВЫСОТ УСТУПОВ.....	24
18 Практическое занятие СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ В СРЕДЕ КОМПАС-3D	32

ВВЕДЕНИЕ

Основную группу технологической оснастки, используемой в машиностроительном производстве, составляют приспособления.

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 является высокая прочность и надежность, простота конструкции, минимальная масса, технологичность.

В методических указаниях даны рекомендации по определению области рационального применения стандартных систем станочных приспособлений, выбору рациональных схем базирования, изучению устройства, принципа работы и проектирования основных групп приспособлений и их элементов. Представлены методики проектирования приводов приспособлений.

1 Практическое занятие «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.

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 качества) 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 машиностроительным 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 рассчитывают следующие показатели:

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

Коэффициент загрузки приспособления на технологической операции вычисляют по формуле

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

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 $F_0 = 338$ ч.

Себестоимость неразборной оснастки (приспособления) НСП можно определить по нормативам (таблица 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 $T_{и}$ (периодов производства изделий).

Пример определения области рационального применения стандартных систем станочных приспособлений

Исходные данные:

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

Коэффициент загрузки приспособления K_3

$$K_3 = \frac{T_{шт-к} \times N_m}{60 F_0},$$

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

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_z .

3. Определить рациональную систему СП для заданных условий по графику (рисунок 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	$T_{шт-к}$, мин	N_m , шт./мес.	$T_{и}$, 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.

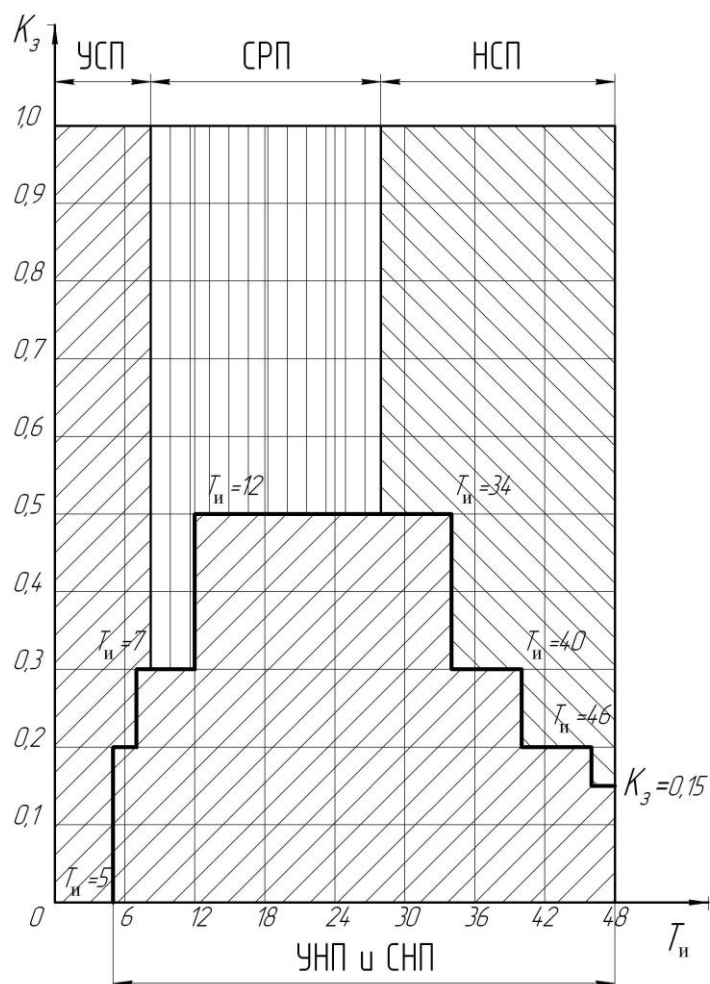


Рисунок 1.1 График для определения областей рационального применения систем СП

4 Список литературы

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

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

Кз	До 1 месяца				До 6 месяцев			
	УСП	УБП	УНП	СРП	УСП	УБП	УНП	СРП
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	
Кз	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
Кз	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

Продолжение таблицы 1.2

Кз	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	Стоимость приспособления,	Число наименований	Стоимость приспособления,
-----------------------	------------------------------	-----------------------	------------------------------

деталей	тыс. руб.	деталей	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

2 Практическое занятие «ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГОТОВКИ НА ПРИЗМУ»

Цель работы: Освоение 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 (рисунок 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.

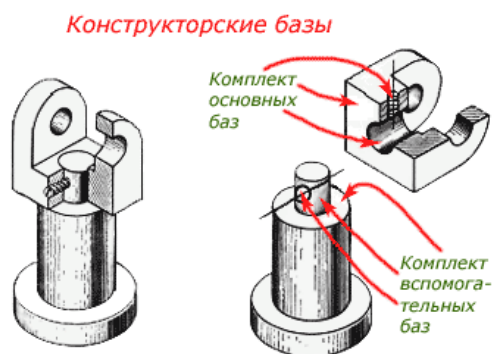


Рисунок 2.1 – Конструкторские базы

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

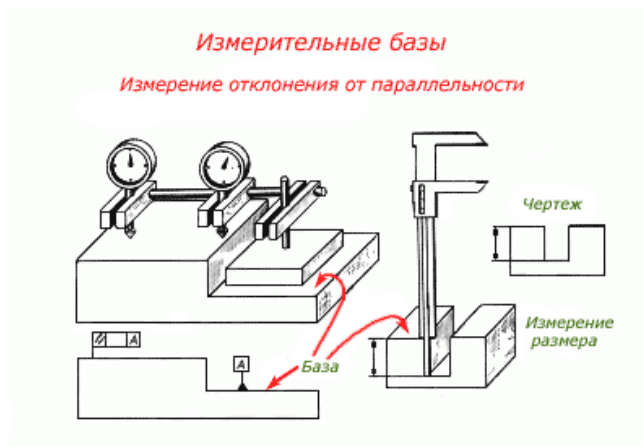


Рисунок 2.2– Измерительные базы

Технологической (рисунок 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.

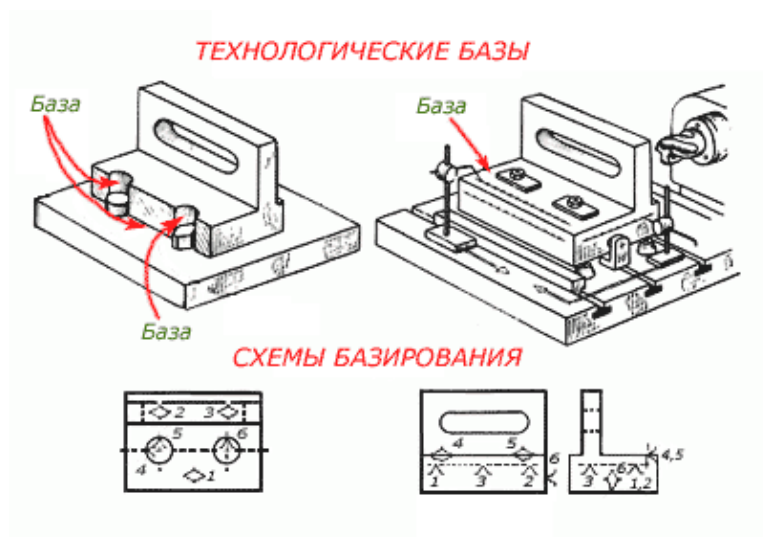


Рисунок 2.3– Технологические базы

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

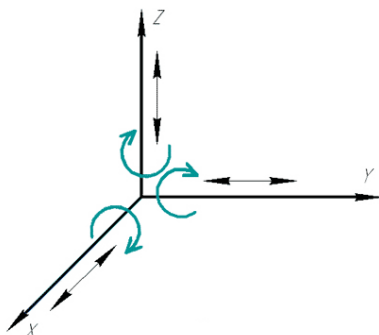


Рисунок 2.4 – Шесть степеней свободы

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 (рисунок 2.5).

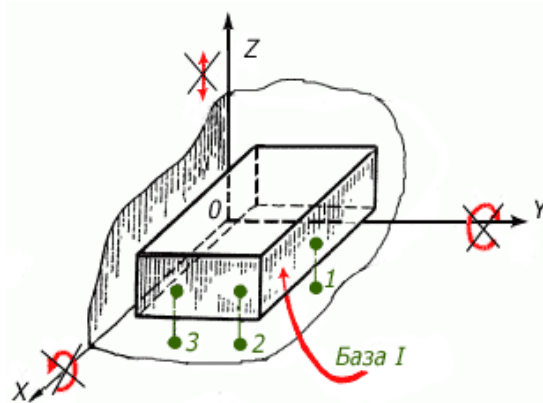


Рисунок 2.5 – Установочная база

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, тело 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 (рисунок 2.6).

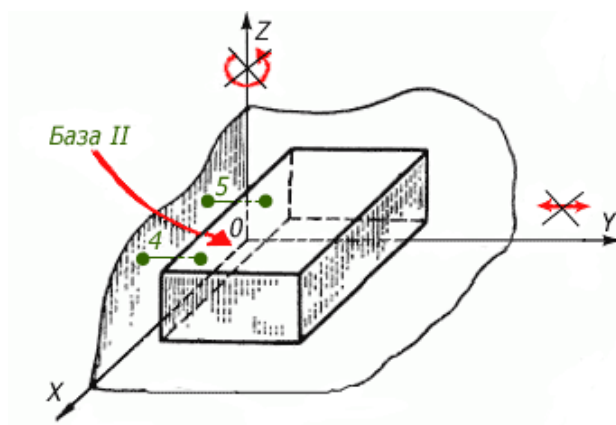


Рисунок 2.6– Направляющая база

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 (рисунок 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 .

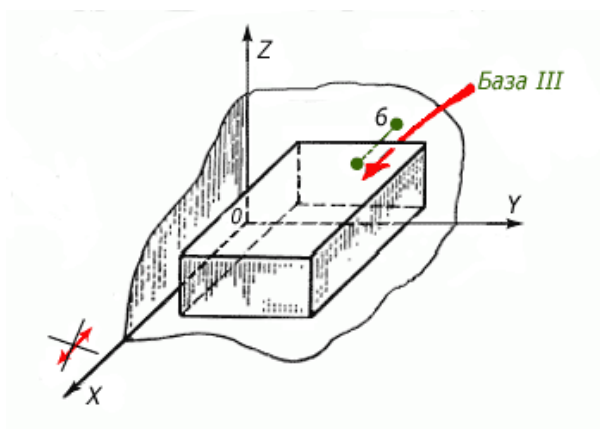


Рисунок 2.7– Опорная база

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.

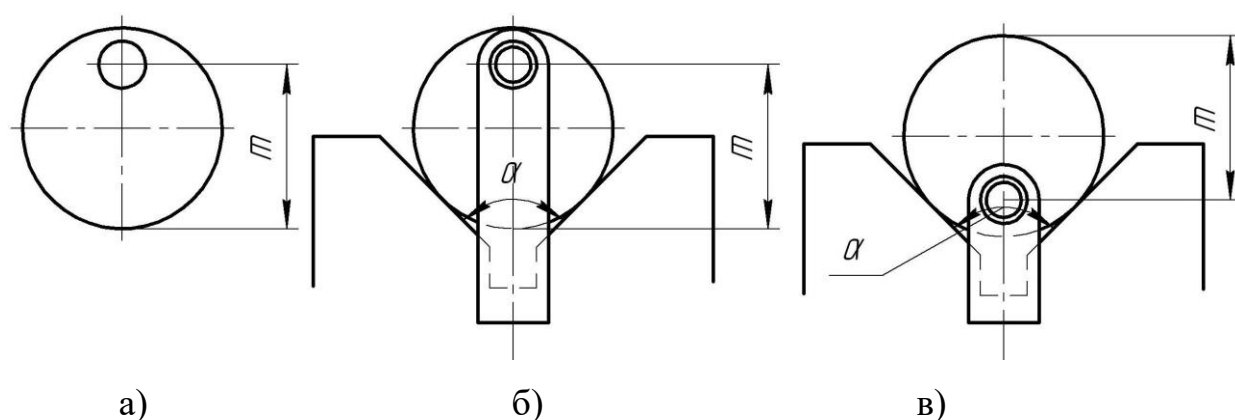


Рисунок 2.8— Схемы установки шайбы

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 (рисунок 2.8).

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

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

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

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

Отношение

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

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

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 вариан- та	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. 1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

3 Практическое занятие «ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОПРАВКИ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ЗАЗОРОМ»

Цель работы: Изучить и применить на практике методику расчета цилиндрической 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 $L_3 = 100 \text{ мм}$, $D_3 = 50 \text{ мм}$; припуск на обработку заготовки $Z = 1 \text{ мм}$; диаметр базы заготовки $d_3 = 30 \text{ мм}$; поле допуска на диаметр базы заготовки $T_{d_3} = 0,033 \text{ мм}$; допускаемая несоосность поверхностей вращения обработанной детали $e = 0,08 \text{ мм}$. Заготовка стальная.

Методика расчета оправки.

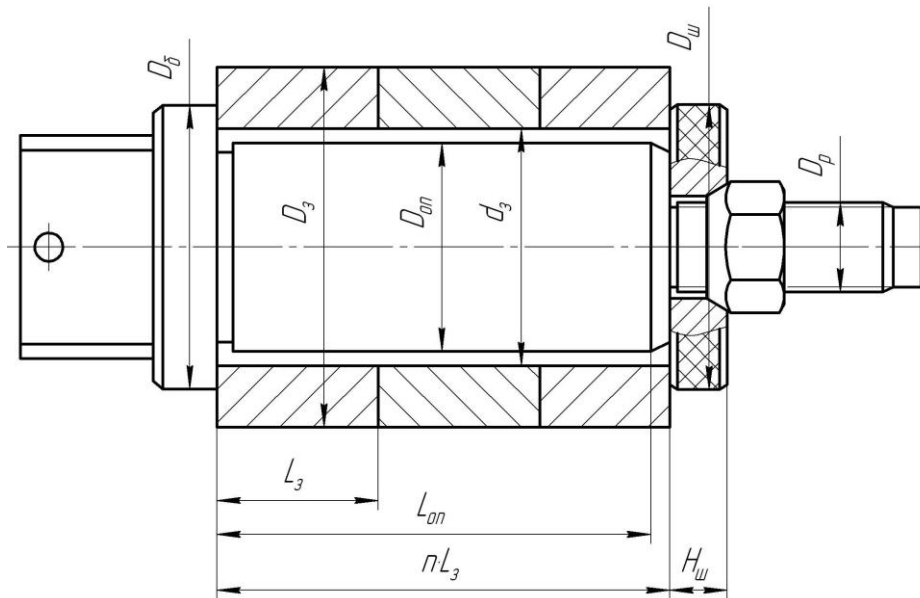


Рисунок 3.1– Цилиндрическая оправка с гарантированным зазором

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

$$S_{gap} = \sqrt{e^2 - e_{on}^2} - 0,5(T_{d3} + T_D + T_{изн}), \quad (3.1)$$

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 выдержать в пределах допусков 3-й степени точности);

T_{d3} – поле допуска на диаметр базы заготовки d_3 ;

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

$T_{изн}$ – допуск на износ рабочей шейки оправки (рекомендуется $0,01 \dots 0,02$ 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,

$$D_{on} = d_3 - S_{zap}, \quad (3.2)$$

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

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

$$L_{on} = n \times L_3 - (1 \dots 5) \quad (3.3)$$

где n – число одновременно устанавливаемых заготовок;

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

При использовании промежуточных колец

$$L_{on} = n \times L_3 + \sum L_{n.k.} - (1 \dots 5), \quad (3.4)$$

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

$$D_{\delta} = D_{ш} = D_3 - Z - (3 \dots 5), \quad (3.5)$$

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

где Z – припуск на обработку заготовки.

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

$$H_{ш} \geq 0,3 D_{ш}, \quad (3.6)$$

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

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

$$M_{кр.г.} = K \times M_{кр}, \quad (3.7)$$

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

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

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

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

$$P_3 = \frac{3(D_{\text{ш}}^2 - d_3^2) \times M_{\text{кр.з.}}}{f(D_{\text{ш}}^3 - d_3^3)}, \quad (3.8)$$

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 $D_{\text{ц}}$, мм, по формуле

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4P_3}{\pi \times \eta \times p}} + d_{\text{ш}}^2, \quad (3.9)$$

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

2 ЗАДАНИЕ

1. Выбрать исходные данные для расчета из таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета оправок

№	$M_{\text{кр}}$, Н·мм	L_3 , мм	D_3 , мм	Z , мм	d_3 , мм	T_{d_3} , 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

№	$M_{кр},$ Н·мм	$L_3,$ мм	$D_3,$ мм	$Z,$ мм	$d_3,$ мм	$T_{d3},$ мм	$e,$ мм	n
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. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

4 Практическое занятие «РАСЧЕТ ЦАНГОВОГО ЗАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА»

Цель работы: изучение конструкции цангового зажимного устройства, расчет усилия прижима.

1 Теоретическая часть

Принципиальная схема цангового патрона для сверления отверстия приведена на рисунке 4.1.

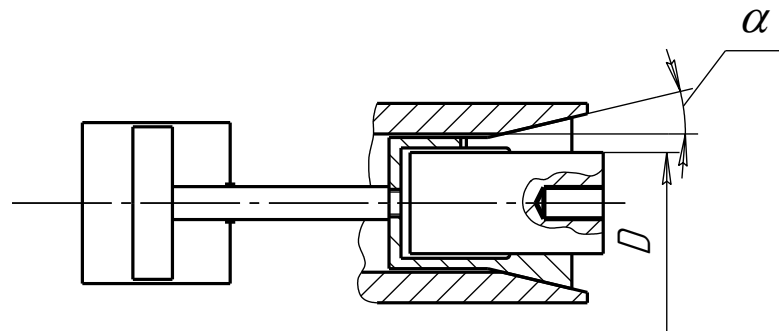


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема цангового патрона для сверления отверстия

Для схемы, приведенной на рисунке 4.1 а, уравнения равновесия заготовки под действием усилий резания будут иметь вид:

$$K M_{кр} = F_{mp2} D/2 ;$$

$$K P_o = F_{mp2}.$$

Выразим силы трения через соответствующие составляющие усилия закрепления:

$$F_{mp2} = f Q_{Mкр} ;$$

$$F_{mp2} = f Q_{Po} ,$$

где f – коэффициент трения; $Q_{Mкр}$, Q_{Po} – составляющие усилия закрепления.

Уравнения примут вид:

$$K M_{кр} = f Q_{Mкр} D/2 ;$$

$$K P_o = f Q_{Po}.$$

Преобразовав уравнения, получим зависимости для расчета составляющих усилия закрепления:

$$Q_{Mкр} = 2 K M_{кр} / (f D) ;$$

$$Q_{Po} = K P_o / f .$$

Суммарное усилие закрепления будет:

$$Q = \sqrt{Q_{M_{rh}}^2 + Q_{P_o}^2} .$$

Для расчета усилия на приводе W составим уравнение равновесия сил действующих на цангу (рисунок 4.2).

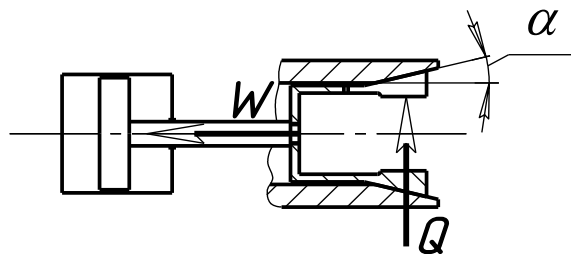


Рисунок 4.2 – Расчетная схема для определения усилия на приводе

Для определения усилия на приводе используем уравнение

$$W = 1,15 Q \operatorname{tg} (\alpha + \varphi).$$

где φ - угол трения, для расчетов можно принимать $\varphi = (8 \dots 10)^\circ$.

Из расчетной схемы (рисунок 4.2) видно, что для закрепления заготовки давление необходимо подавать в штоковую полость цилиндра привода. Предполагаем, что это гидроцилиндр. Его диаметр рассчитаем по формуле

$$D_{ц} = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p \cdot \eta \cdot 0,75}} .$$

Коэффициент 0,75 получен из соотношения $d_{шт} = 0,5 D_{ц}$ и учитывает, что часть площади поршня гидроцилиндра занимает площадь штока.

Принципиальная схема механизированного приспособления для сверления отверстия приведена на рисунке 4.3.

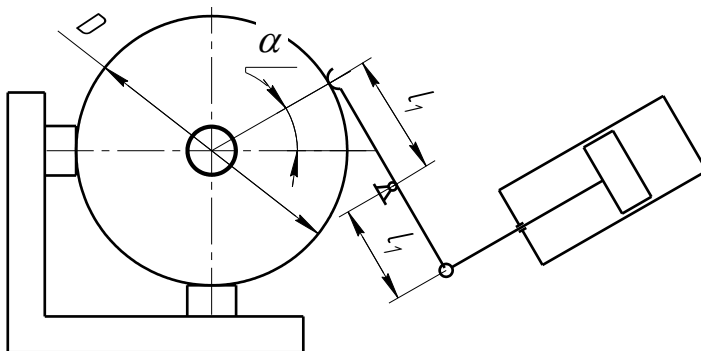


Рисунок 4.3 – Принципиальная схема механизированного приспособления сверления отверстия

Прежде чем приступить к составлению уравнений равновесия определим реакции в опорах, для чего спроецируем силы на вертикальную и горизонтальную оси. Предварительно разложим усилие закрепления Q на две составляющие: вертикальную Q_v и горизонтальную Q_z .

$$Q_v = Q \sin \alpha, \quad Q_z = Q \cos \alpha.$$

Спроецировав силы получим

$$R_1 = Q_z = Q \cos \alpha, \quad R_2 = Q_v = Q \sin \alpha.$$

Уравнение равновесия моментов действующих на заготовку будет

$$M_{кр} K = F_{мп} D/2 + F_{мп1} D/2 + F_{мп2} D/2.$$

Выразим силы трения через соответствующие нормальные усилия

$$F_{мп} = f Q,$$

$$F_{мп1} = f R_1 = f Q_z = f Q \cos \alpha,$$

$$F_{мп2} = f R_2 = f Q_v = f Q \sin \alpha.$$

Уравнение равновесия моментов приобретет вид

$$\begin{aligned} M_{кр} K &= f Q_{Мкр} D/2 + f Q_{Мкр} \cos \alpha D/2 + f Q_{Мкр} \sin \alpha D/2 = \\ &= f Q_{Мкр} D/2 (1 + \cos \alpha + \sin \alpha). \end{aligned}$$

$$Q_{Мкр} = \frac{2 \cdot M_{кр} K}{f D (1 + \cos \alpha + \sin \alpha)}.$$

Уравнение равновесия сил действующих на заготовку будет

$$P_o K = F'_{mp} + F'_{mpl} + F'_{mp2} .$$

Выразим силы трения через соответствующие нормальные усилия. Уравнение равновесия сил приобретет вид

$$P_o K = f Q_{Po} + f Q_{Po} \cos \alpha + f Q_{Po} \sin \alpha = \\ = f Q_{Po} (1 + \cos \alpha + \sin \alpha).$$

$$Q_{Po} = \frac{P_o K}{f (1 + \cos \alpha + \sin \alpha)} .$$

Суммарное усилие закрепления будет:

$$Q = \sqrt{Q_{M_{rh}}^2 + Q_{Po}^2} .$$

Для расчета усилия на приводе W составим уравнение равновесия моментов, действующих на рычаг (рисунок 4.4).

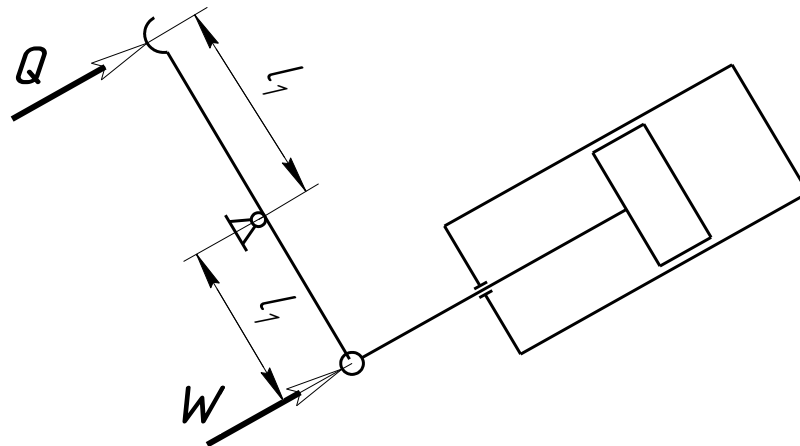


Рисунок 4.4 – Расчетная схема для определения усилия на приводе

Уравнение равновесия моментов действующих на рычаг имеет вид

$$W l_1 = Q l_2 .$$

Тогда

$$W = Q l_2 / l_1 .$$

Из расчетной схемы (рисунок 4.4) видно, что для закрепления заготовки давление необходимо подавать давление в штоковую полость цилиндра привода. Диаметр цилиндра рассчитывается по соответствующей формуле.

На рисунке 4.5 показан механизм являющийся комбинацией рычажного и цангового механизмов.

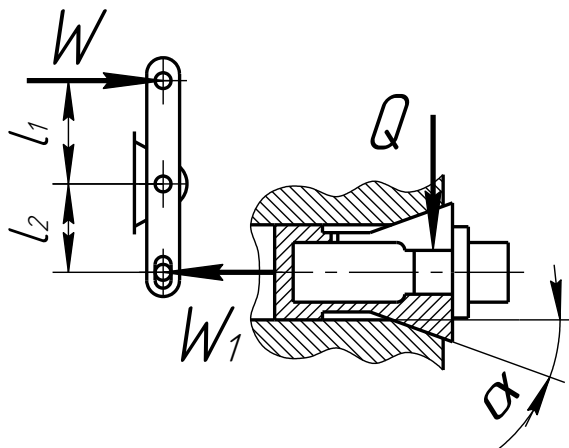


Рисунок 4.5 – Рычажно-цанговый зажимной механизм

Для этого механизм решение прямой задачи, по известному значению силы Q определить усилие W , будет следующим

$$W \cdot l_1 = W_1 \cdot l_2 \Rightarrow W_1 = W \cdot \frac{l_2}{l_1},$$

$$W_1 = 1,15Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi).$$

Решение обратной задачи, по известному значению силы W определить усилие Q , будет иметь следующий вид

$$W \cdot l_1 = W_1 \cdot l_2 \Rightarrow W_1 = W \cdot \frac{l_1}{l_2},$$

$$Q = \frac{W_1}{\operatorname{tg}(\alpha + 2\varphi)}.$$

Механизм, представляющий собой сочетание цангового и клиноплунжерных механизмов, показан на рисунке 4.6.

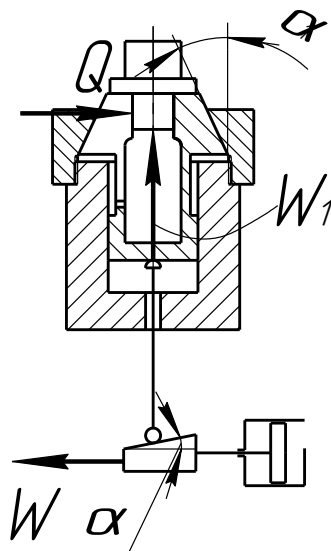


Рисунок 4.6 – Цангово-клиноплунжерный зажимной механизм

Решение прямой задачи для этого механизма будет

$$W_1 = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi),$$

$$W = W_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + 2\varphi).$$

Для этого механизма решение обратной задачи будет

$$W_1 = \frac{W}{\operatorname{tg}(\alpha + 2\varphi)},$$

$$Q = \frac{W_1}{1,15 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi)}$$

2 Задание

1. Изучить устройство и принцип работы технологической оснастки с цанговым зажимом.

2. Выбрать из таблицы 4.1 данные для проектирования в соответствии с индивидуальным вариантом.

3. На основании изложенной в теоретической части методики расчета выполнить расчет цангового зажима.

Таблица 4.1 – Исходные данные и варианты расчетов

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Требуемая сила , Н	105	120	130	140	150	160	170	180	190
Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Требуемая сила , Н	200	220	230	240	250	260	270	280	290

Вариант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Требуемая сила , Н	300	420	430	440	450	460	470	480	490

4. Оформить отчет по работе.

5. Сделать выводы.

3 контрольные вопросы

1. Какие вы знаете преимущества цанговых зажимов?

2. В каких случаях при проектировании приспособлений применяют цанговые зажимы?

3. Каков принцип работы цангового зажима технологической оснастки?

4. От каких параметров зависит расчетный диаметр цанги?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

.

5 Практическое занятие «ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ»

Цель работы: Изучить и применить методику расчета эксцентриковых зажимных механизмов на практике.

1 Теоретическая часть

Эксцентриковые зажимные механизмы (ЭЗМ) используются для непосредственного зажима заготовок и в сложных зажимных системах.

Преимущества ЭЗМ:

- простота и компактность конструкции;
- широкое использование в конструкции стандартизованных деталей;
- удобство в наладке;
- способность к самоторможению;
- быстрое действие (время срабатывания привода около 0,04 мин).

Недостатки ЭЗМ:

- сосредоточенный характер сил, что не позволяет применять ЭЗМ для жестких заготовок;
- силы закрепления круглыми эксцентриковыми кулачками нестабильны и существенно зависят от размеров заготовок;
- пониженная надежность в связи с интенсивным изнашиванием эксцентриковых кулачков.

В состав ЭЗМ входят эксцентриковые кулачки, опоры под них, цапфы, рукоятки и другие элементы. Различают три типа эксцентриковых кулачков: круглые с цилиндрической рабочей поверхностью; криволинейные, рабочие поверхности которых очерчены по спирали Архимеда (реже по эвольвенте или логарифмической спирали); торцовые.

Наибольшее распространение, из-за простоты изготовления получили круглые эксцентрики. Криволинейные эксцентриковые кулачки по сравнению с круглыми обеспечивают стабильную силу закрепления и больший (до 150 °) угол поворота.

На рисунке 5.1 показан эксцентриковый прихват для зажима деталей.

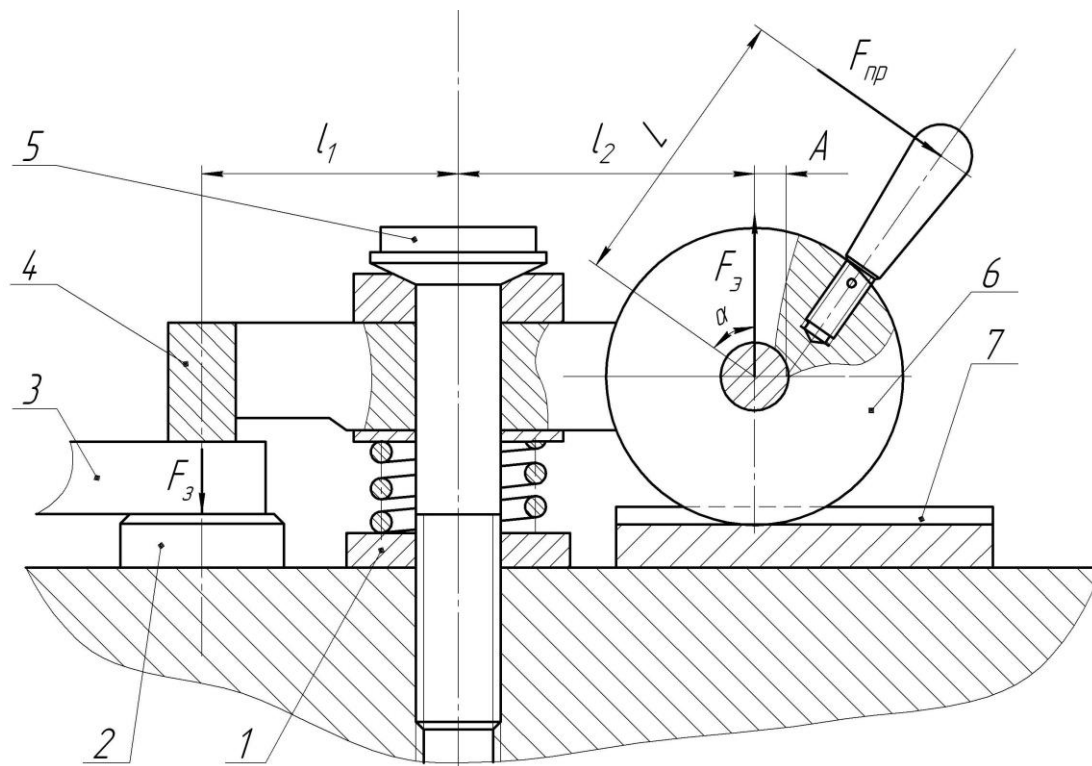


Рисунок 5.1 – Нормализованный эксцентриковый прихват: $F_з$ – усилие зажима; $F_{пр}$ – сила на рукоятке эксцентрика; L – длина рукоятки; α – угол поворота рукоятки эксцентрика; A – величина эксцентриситета; l_1 , l_2 – плечи рычага (планки); 1 – гайка; 2, 7 – опоры; 3 – обрабатываемая деталь; 4 – планка; 5 – винт; 6 – эксцентрик

Обрабатываемая деталь 3 устанавливается на неподвижные опоры 2 и зажата планкой 4 эксцентрикового прихвата. Эксцентрик 6 с планкой 4 после разжима детали перемещается по опоре 7 вправо.

Эксцентриковые кулачки изготавливают из стали 20Х с цементацией на глубину 0,8...1,2 мм и закалкой до твердости HRC₃ 55...61.

Практическое использование эксцентриковых механизмов в различных зажимных устройствах показано на рисунке 5.2.

Для определения основных параметров круглых эксцентриков (рисунок 5.3) необходимо иметь следующие данные: допуск на базовую поверхность обрабатываемой заготовки δ ; угол поворота эксцентрика α от начального положения; силу, приложенную на конце рукоятки F_p ; длину рукоятки L_p .

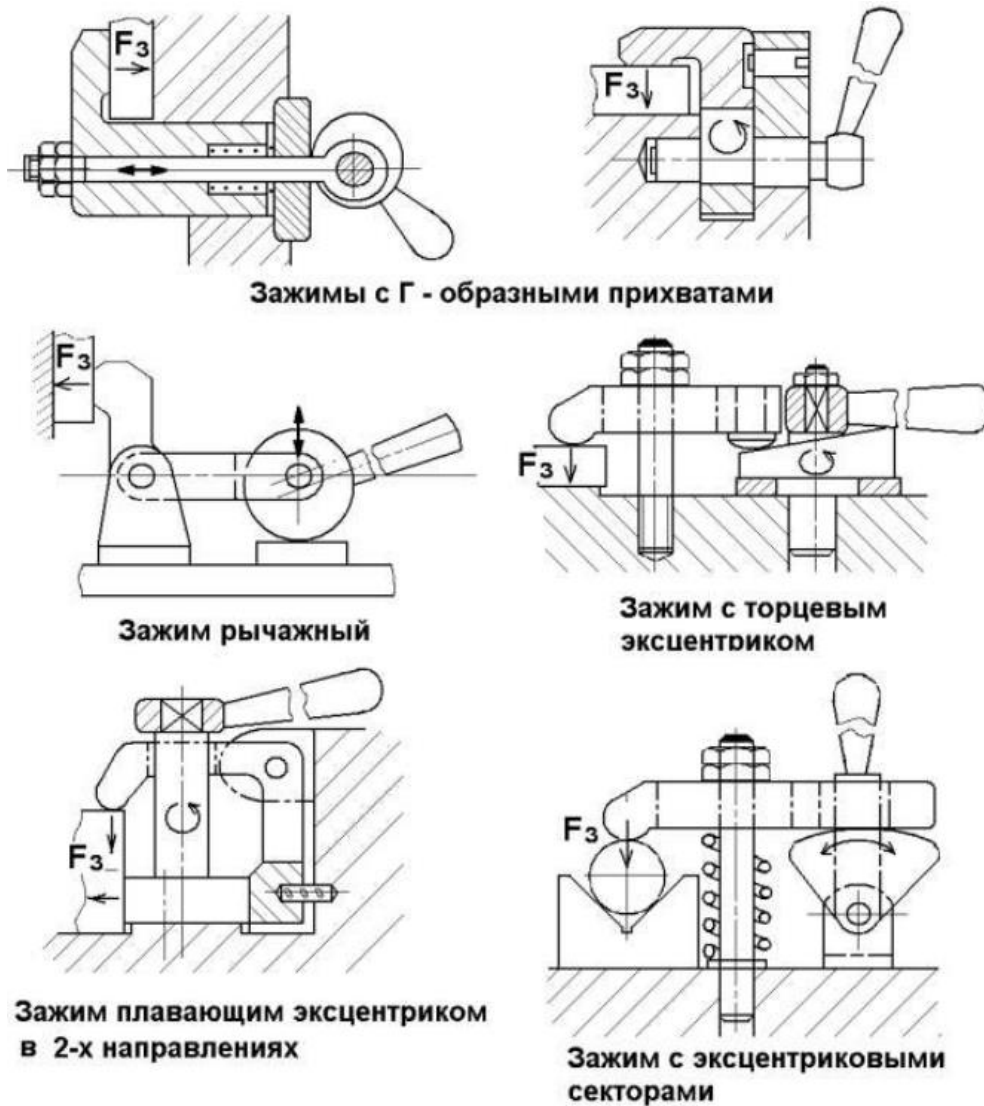


Рисунок 5.2 – Виды эксцентриковых зажимных механизмов

Сила, развиваемая круговым эксцентриком, определяется по формуле

$$F_3 = \frac{F_p \times L_p}{A \times \sin \alpha + f_{\text{тп}} \times \left(\frac{D}{2} - A \times \cos \alpha \right) + f_{\text{то}} \times r_o}, \quad (5.1)$$

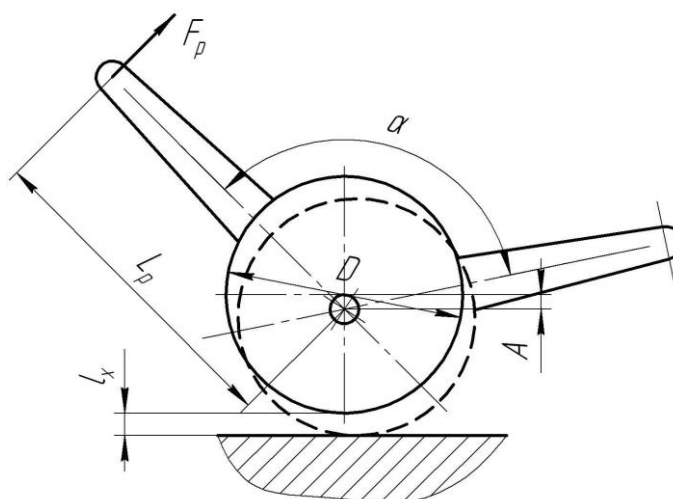


Рисунок 5.3 – Элементы круглого эксцентрика, применяемые для расчета

где F_p – сила, приложенная на рукоятке эксцентрика, Н (принимается 140...200 Н);

A – эксцентриситет, мм;

L_p – длина рукоятки, мм ($L_p = 2,5D$);

$f_{ТП}$ – коэффициент трения по поверхности эксцентрика;

$f_{ТО}$ – коэффициент трения по поверхности оси ($f_{ТО} = 0,12...0,15$);

D – диаметр эксцентрика, мм;

r_o – радиус оси, мм (по ГОСТ 9061-68 принимают равным 10, 12, 16, 20 мм).

Ход эксцентрика определяется по формуле

$$l_x = A \times (1 - \cos \alpha). \quad (13.2)$$

Наиболее удобный угол поворота для рабочего $\alpha = 90...120^\circ$.

Ход эксцентрика также можно определить по формуле

$$l_x = \delta + 1,4...3,3 \text{ мм}, \quad (5.2)$$

где δ – допуск базовой поверхности обрабатываемой заготовки, мм.

Наружный диаметр эксцентрика определяют из условия $D \geq A$, а радиус оси r_o выбирают конструктивно в зависимости от ширины рабочей части эксцентрика. Сами торможение эксцентрикового зажима должно соответствовать условию

$$\frac{D}{A} \geq 14, \quad (5.3)$$

что и является характеристикой эксцентрика.

Длину рукоятки эксцентрика определяют из условия

$$L_p = 2,5D. \quad (5.4)$$

Все расчетные параметры круглого эксцентрика должны соответствовать ГОСТ 9061-68, где $D = 32...80$ мм, $A = 1,7...4,0$ мм (таблица

Таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Стандартный круглый эксцентриковый кулачок
(ГОСТ 9061-68)

Обозначение	Наружный диаметр эксцентрикового кулачка, мм	Эксцентриситет A , мм	Ход кулачка, мм, не менее		$F_{\max}$, Н	$M_{\max}$, Н·мм
			Угол поворота ограничен $\alpha \leq 60^\circ$	Угол поворота не ограничен $\alpha \leq 130^\circ$		
7013-0171 7013-0172	32	1,7	0,85	3,17	2700	9300
7013-0173 7013-0174	40	2,0	1,0	3,73	3700	15000
7013-0175 7013-0176	50	2,5	1,25	4,66	4200	21100
7013-0177 7013-0178	60	3,0	1,4	5,59	5860	41100
7013-0179 7013-0180	70	3,5	1,75	6,53	9000	62700
7013-0181 7013-0182	80	4,0	2,0	7,46	7800	62700

Примечание: Для эксцентриковых кулачков 7013-0171...7013-0178 значения $F_{\max}$ и $M_{\max}$ вычислены по параметру прочности, а для остальных – с учетом требований эргономики при предельной длине рукоятки $L = 320$ мм.

2 Задание

1. Изучить устройство и принцип работы эксцентрикового зажимного механизма.

2. Выбрать из таблицы 5.2 данные для проектирования в соответствии с индивидуальным вариантом.

Таблица 5.2 – Исходные данные и варианты расчетов

№	δ – допуск базовой поверхности обрабатываемой заготовки, мм	F_p – сила, приложенная на рукоятке эксцентрика, Н	№	δ – допуск базовой поверхности обрабатываемой заготовки, мм	F_p – сила, приложенная на рукоятке эксцентрика, Н
1	0,30	140	11	0,75	175
2	0,40	150	12	0,30	185
3	0,50	160	13	0,40	195
4	0,60	170	14	0,50	140
5	0,70	180	15	0,60	150
6	0,80	190	16	0,70	160
7	0,35	200	17	0,80	170
8	0,45	145	18	0,45	145
9	0,55	155	19	0,55	155
10	0,65	165	20	0,65	165

3. На основании изложенной в теоретической части методики расчета выполнить расчет основных параметров эксцентрикового зажимного механизма.

4. Оформить отчет по работе.

5. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие Вы знаете преимущества и недостатки ЭЗМ?
2. В каких случаях применяют круглые эксцентрики?
3. Как определяется ход эксцентрика?
4. Что такое величина эксцентриситета?
5. Каков наиболее удобный угол поворота эксцентрика?
6. Из каких сталей изготавливают круглые эксцентрики?
7. Какому виду термообработки подвергают эксцентрики?
8. Из каких соображений принимают диаметр и эксцентриситет круговых эксцентриков?

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.
3. ГОСТ 9061-68 Кулачки эксцентриковые круглые для станочных приспособлений. Конструкция.

6 Практическое занятие «РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ»

Цель работы: изучение видов универсальной технологической оснастки, классификация, установочные и зажимные элементы, схемы компоновки

1 Теоретическая часть

Основой для разработки станочного приспособления является схема установки; она содержит сведения об установочных элементах, о месте приложения зажимных усилий. В свою очередь схема установки разрабатывается на основе схемы базирования. На рисунке 6.1, а показана схема базирования, а на рисунке 6.1, б – схема установки.

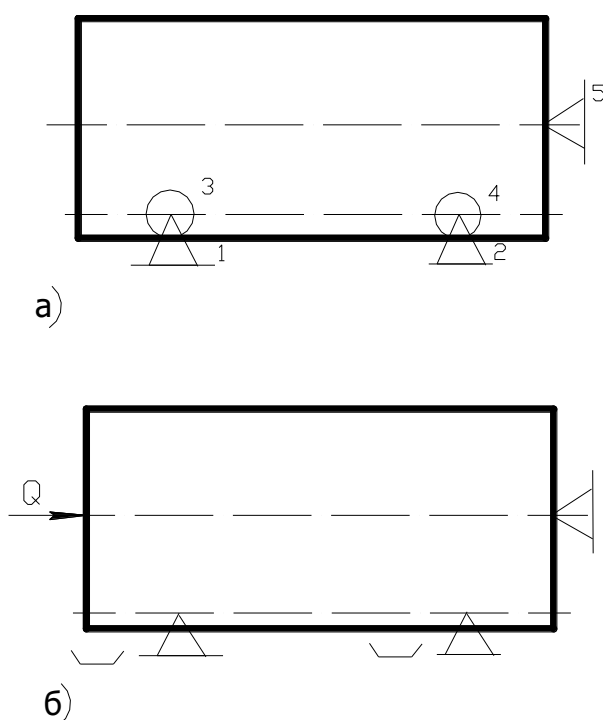


Рисунок 6.1 – Схема базирования и установки

На схеме базирования (рисунок 6.1, а) изображена цилиндрическая заготовка; она устанавливается на призмах – точки опоры 1, 2, 3, 4 и имеет одну опору - точку 5, которая размещается на оси заготовки. Заготовка лишена пяти степеней свободы. Схема установки (рисунок 6.1, б) дает представление об установочных эле-

ментах (в данном случае – это две призмы и одна единичная опора). Зажимное усилие Q приложено к заготовке по оси. Теперь остается выбрать призмы, единичную опору, а также зажимной механизм, создающий зажимное усилие Q .

1.1 Выбор зажимного устройства

При выборе зажимного устройства следует учитывать такие факторы, как постоянство развиваемого усилия (при ручном зажиме такого постоянства нет); время срабатывания зажимного устройства (оно должно быть минимальным); тип производства. При единичном и мелкосерийном производстве рекомендуется использовать ручные зажимы, а при крупносерийном – механические зажимы.

В качестве привода чаще используются пневмоцилиндры. В качестве зажимных устройств могут быть рекомендованы винтовые, клиновые, эксцентриковые, а также рычажные зажимы. Выбор их зависит от требуемого усилия зажима, быстроты срабатывания, простоты конструкции. Элементы этих механизмов гостированы.

1.2 Конструктивное оформление приспособлений

Выбирают главный вид изделия и определяют количество видов и изображений, достаточных для раскрытия конструкции составных частей, входящих в приспособление; должна быть показана форма каждой детали, способы соединения деталей между собой.

Начинают с изображения установочных элементов, причем они вычерчиваются на всех видах одновременно; затем показывают зажимные устройства. Желательно на всех видах и разрезах показать контуры обрабатываемой детали тонкими линиями.

Затем формируют корпус приспособления, который объединяет зажимные устройства, установочные элементы и другие составляющие приспособления. В корпус входит опорная плита. Стойки и другие детали соединяются с опорной плитой посредством винтовых (болтовых) соединений с установкой двух фиксирующих штифтов. Опорная плита должна быть снабжена двумя шпонками, расположенными на продольной оси опорной плиты; размеры шпонок согласовываются с

размерами «Т»- образных пазов стола станка. По этой же оси располагаются вырезы для крепежных болтов, входящих в «Т»- образные пазы стола станка.

Сварка деталей корпуса с опорной плитой не допускается!

Необходимо предусматривать устройство управления приспособлением; если приспособление снабжено пневмоцилиндром, то необходимо предусмотреть в составе приспособления кран управления, а также соединения пневмоцилиндра с сетью сжатого воздуха (шланги, соединительные медные трубки, штуцера и т. д.).

По возможности необходимо использовать в конструкции приспособления больше стандартных деталей (установочные элементы, плиты, призмы, планки и т. п. относятся к стандартным изделиям [3]). Чем больше таких деталей в конструкции приспособления, тем оно надежнее.

Сборочный чертеж снабжается надписью над штампом чертежа:

Техническая характеристика

- 1 Назначение приспособления.
- 2 Зажимное усилие, развиваемое зажимным устройством, Н.
- 3 Время срабатывания привода приспособления, с.
- 4 Масса устанавливаемой детали, кг.

Технические требования

- 1 Смазка трущихся деталей (указать вид и ГОСТ масла).
- 2 Регулировка, предусмотренная в приспособлении.
- 3 Обеспечение подвижного соединения деталей.
- 4* Размеры для справок.

Спецификация (ГОСТ 2.108-68).

Спецификация определяет состав изделия (сборочной единицы).

Спецификация состоит из разделов, располагаемых в следующем порядке: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы.

Если в изделие не входят составные части, относящиеся к какому либо разделу, то этот раздел в спецификации опускают. Сначала составляют спецификацию с обозначением номеров позиций каждой детали, а потом эти номера позиций переносятся на сборочный чертеж.

Раздел Детали.

Сначала обозначаются более важные детали (корпус, плита, вал, крышка, и т. д.) а затем все остальные.

Раздел Стандартные изделия.

Детали указывают в алфавитном порядке по группам (болты, винты и т. д.). В пределах каждого наименования группы – в порядке возрастания обозначения стандарта, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия. Допускается в каждой группе обозначать наименование группы, государственный стандарт (первая строка), а затем указывать только основные параметры изделия.

Раздел Материалы.

В этом разделе записывают материалы, входящие непосредственно в сборочную единицу (изделие): бумажные и текстильные материалы, резиновые и кожаные материалы.

Рекомендуется предусматривать запасные позиции: в спецификации наносится номер позиции, но ее строка остается незаполненной и на чертеже эту позицию не проставляют.

При обнаружении пропущенной детали (не учтенной в спецификации) используется запасная позиция, которая избавляет от исправления множества позиций в спецификации и на чертеже.

Пример

Разработать конструктивное исполнение приспособления для заданной схемы установки (рисунок Рисунок 6.2)

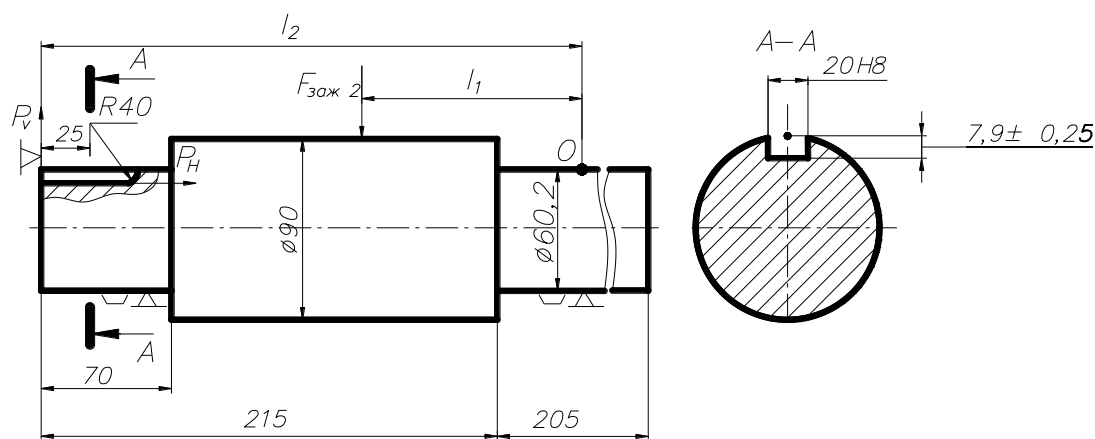


Рисунок 6.2 – Схема установки вала

Работу начинают с изображения детали в двух-трех проекциях тонкими или штрих пунктирными линиями в положении, которое она занимает в этой операции. Между проекциями оставляют место для размещения всех элементов приспособления (рисунок 6.3).

Направляющим элементом приспособления для правильной взаимной ориентации фрезы и заготовки с приспособлением принимаем угловой установ 6 по ГОСТ 13345-78, но выполняем его зацело со стойкой для сокращения числа деталей.

Установочными элементами считаем две стандартные опорные призмы 7 по ГОСТ 13340-68. Призмы и установ крепим винтами, а для предохранения от сдвига используются штифты.

Для зажима принимаем ручной резьбовой передвижной (отводной) прихват. В его комплект входят: сам прихват 9 по ГОСТ 4735-69, шпильки 19, пружина 18, опора 20, гайки 11,21 и шайбы 16,17.

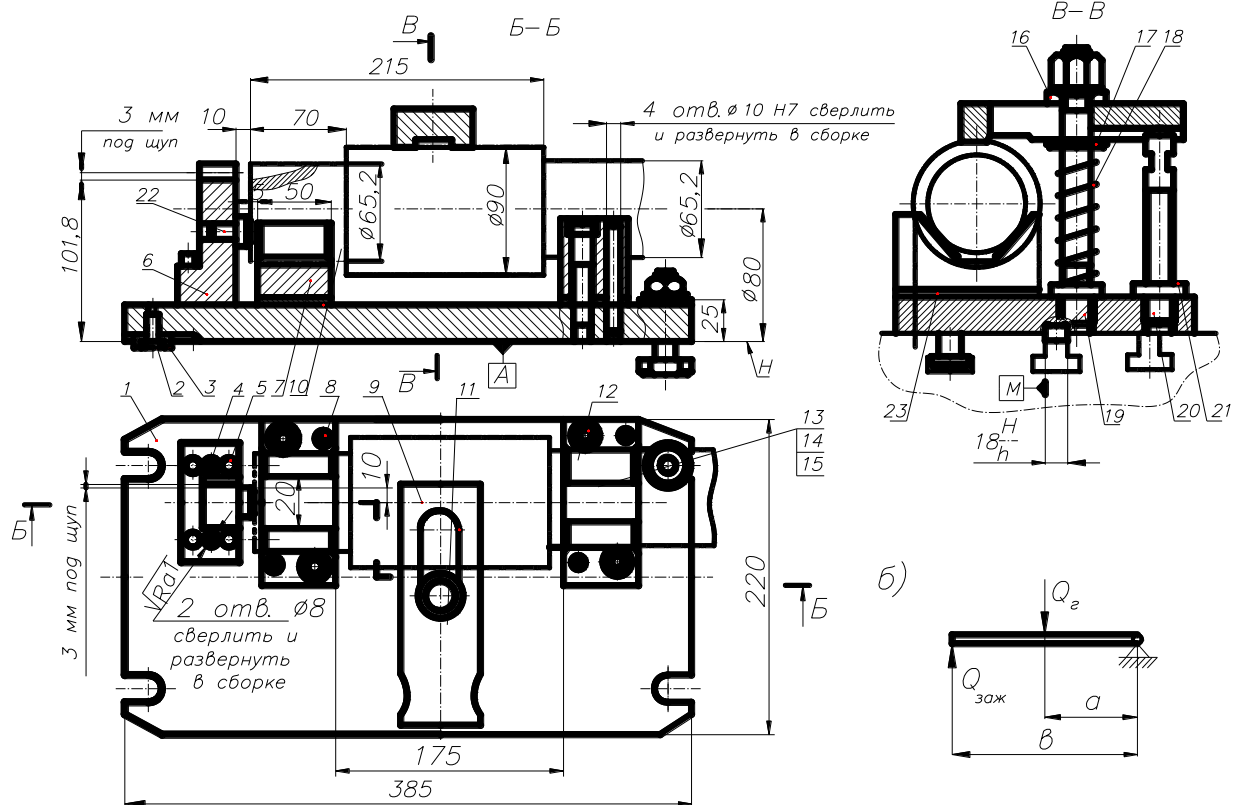
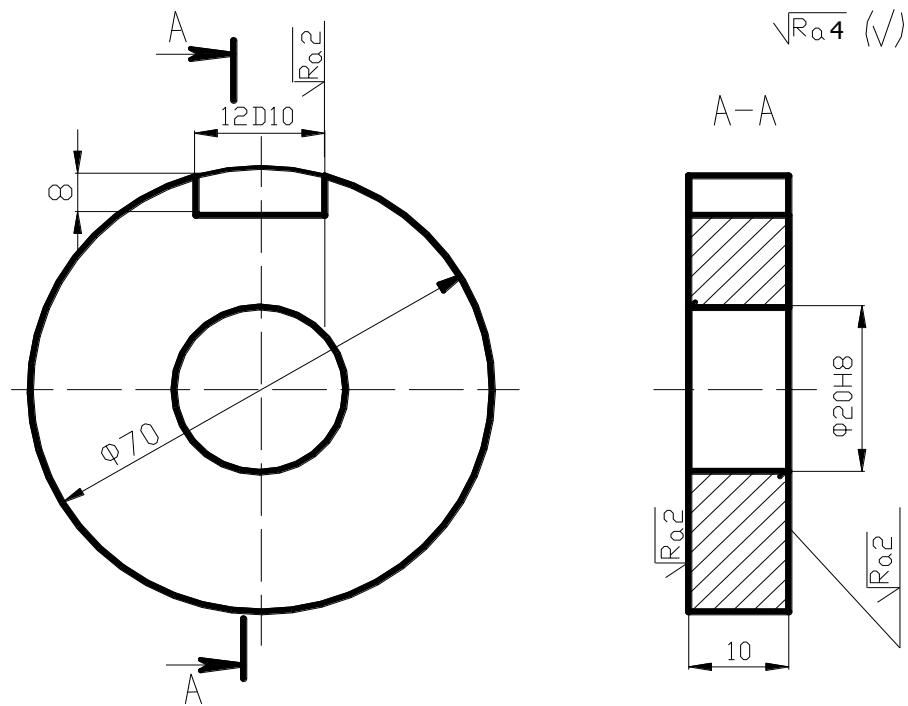


Рисунок 6.3 – Приспособление фрезерное

2 Задание:

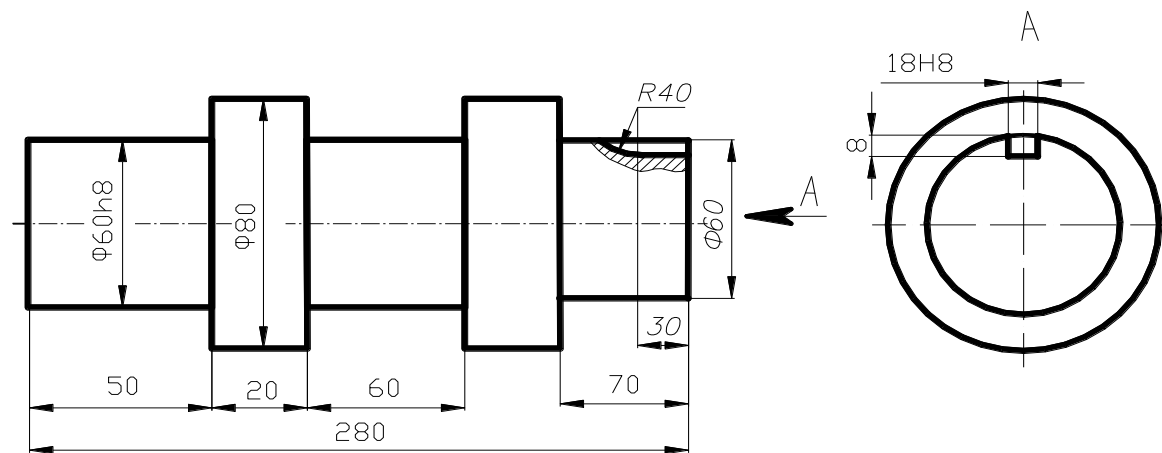
Конструктивно оформить приспособление для выполнения технологической операции в указанной детали (согласно варианту):

Вариант 1



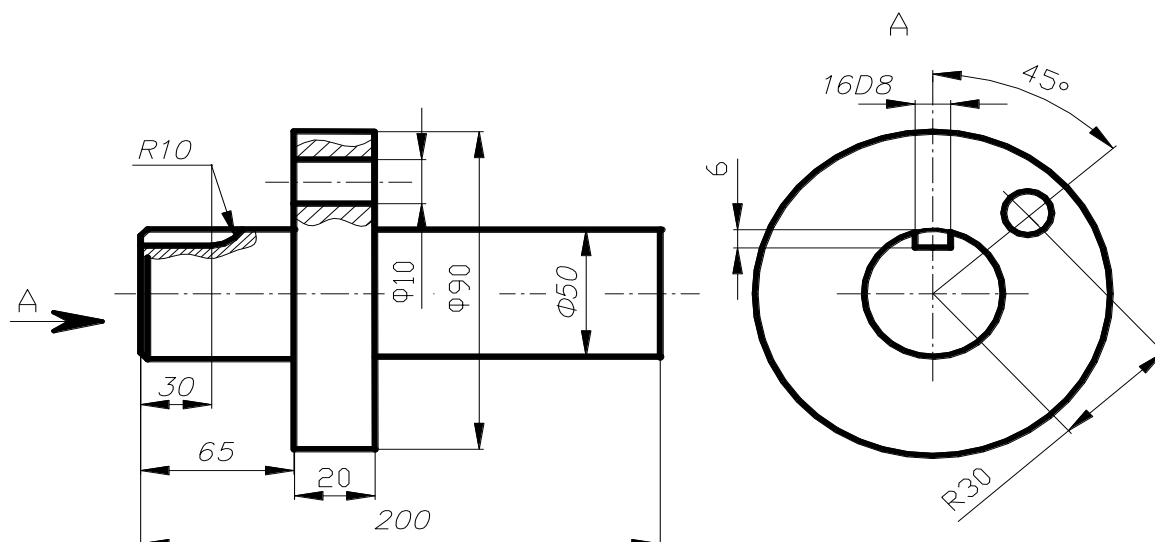
Сталь 35. Фрезеровать паз

Вариант 2



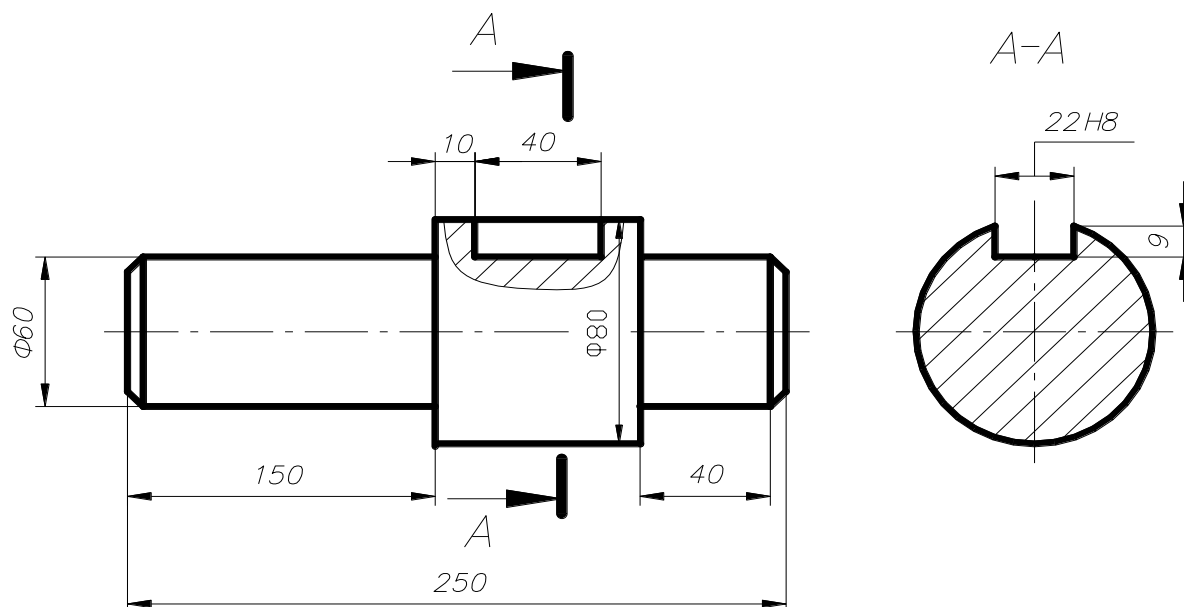
Сталь 45. Фрезеровать паз

Вариант 3



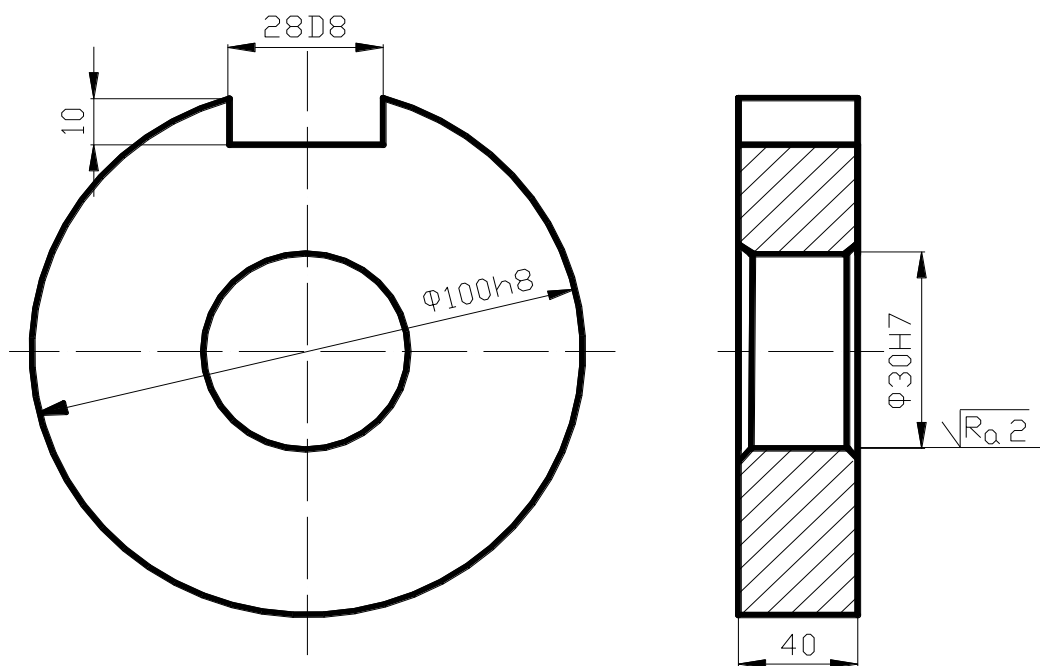
Сталь 50. Фрезерование паза

Вариант 4



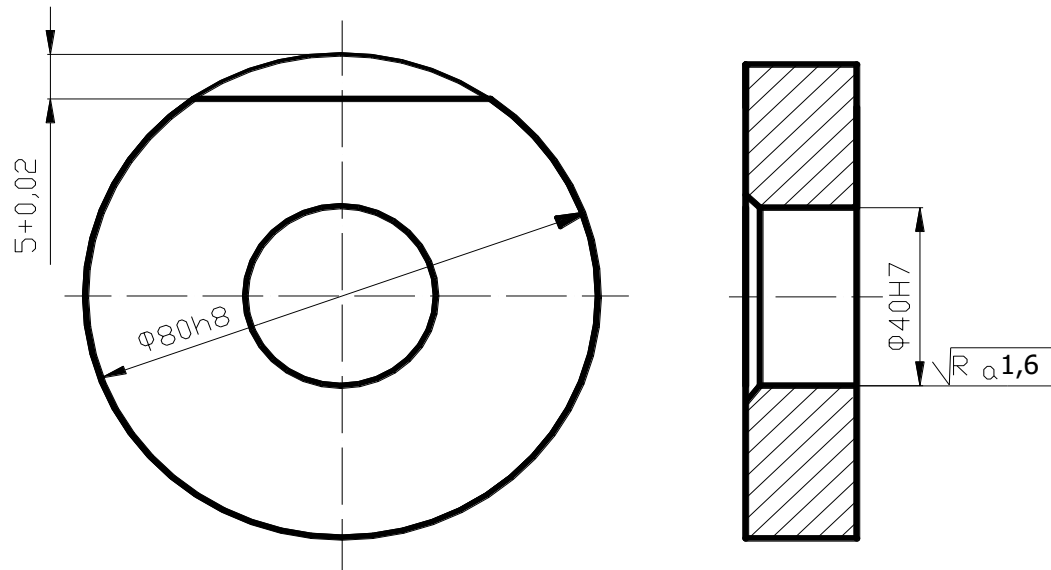
Сталь 35. Фрезерование паза

Вариант 5



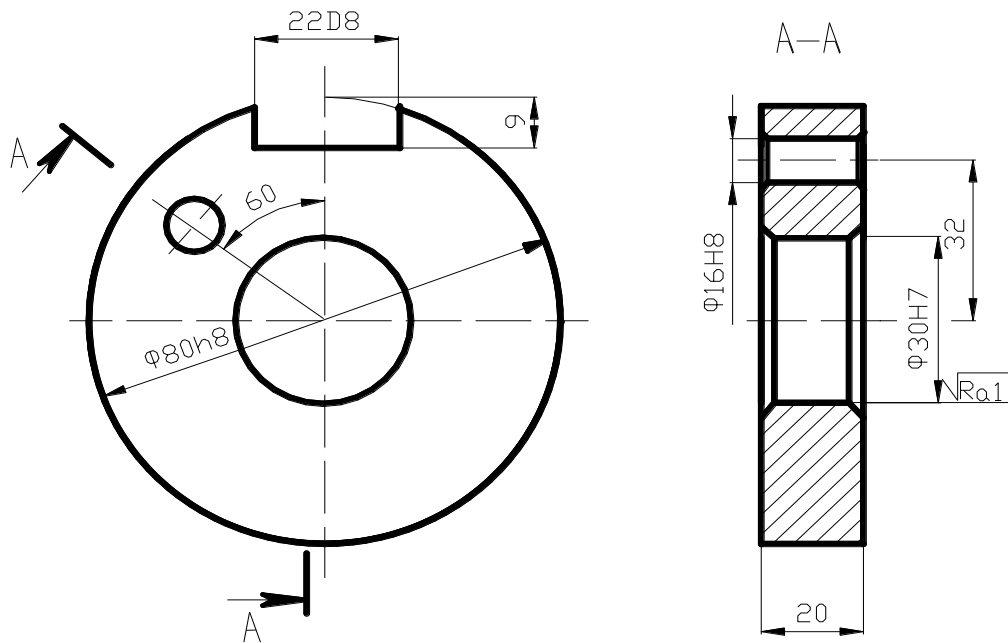
Сталь 50. Фрезеровать паз

Вариант 6



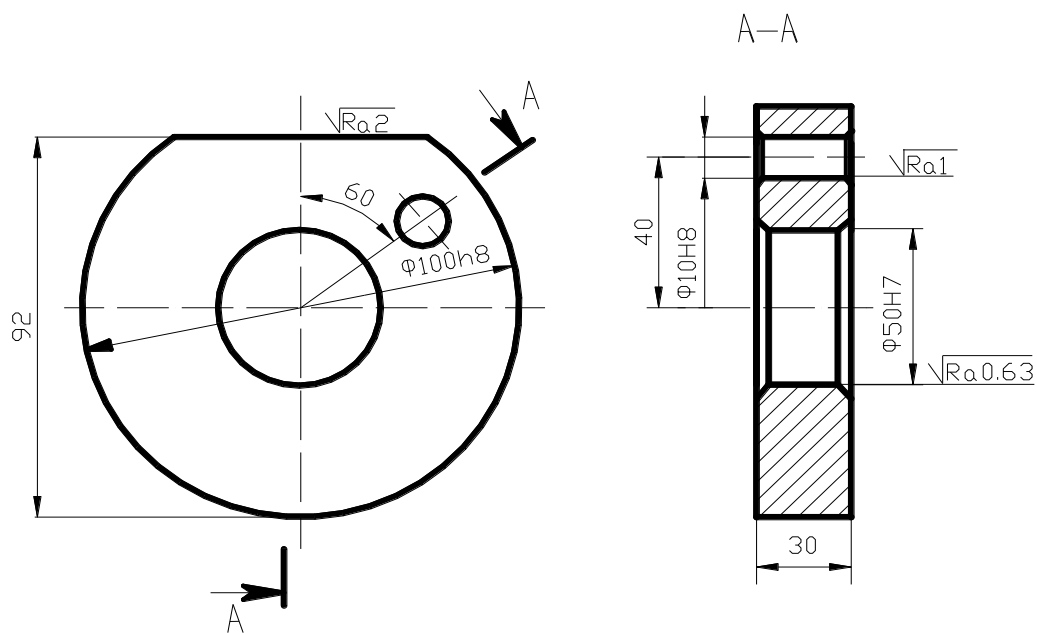
Сталь 45 . Фрезерование лыски

Вариант 7



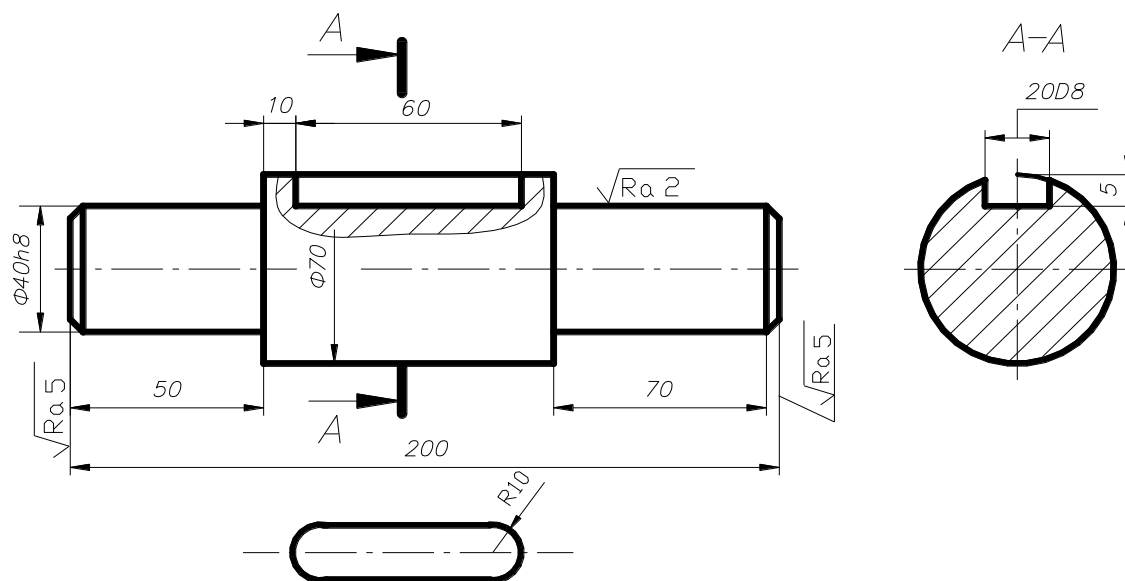
Сталь 45. Фрезерование паза

Вариант 8



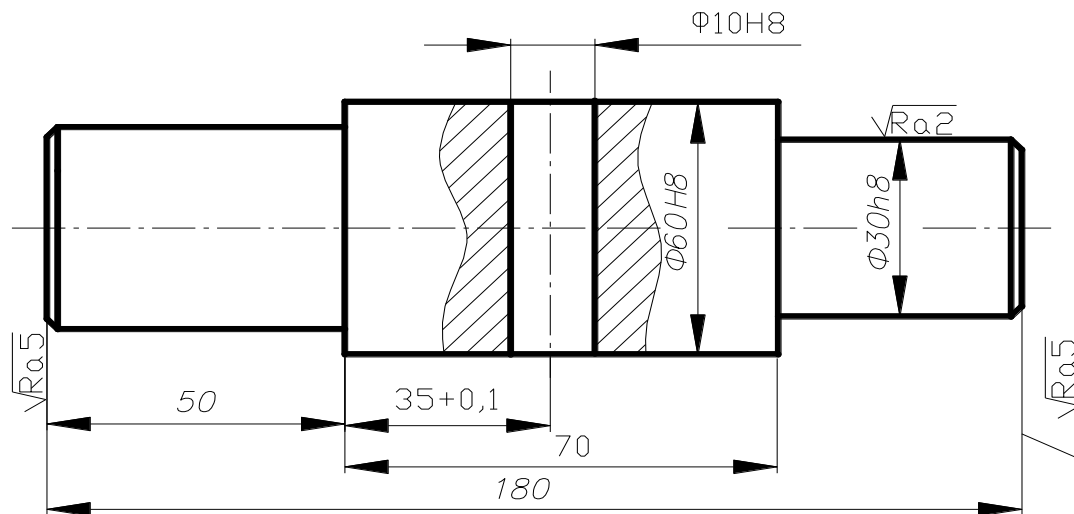
Сталь 35. Фрезеровать паз

Вариант 9



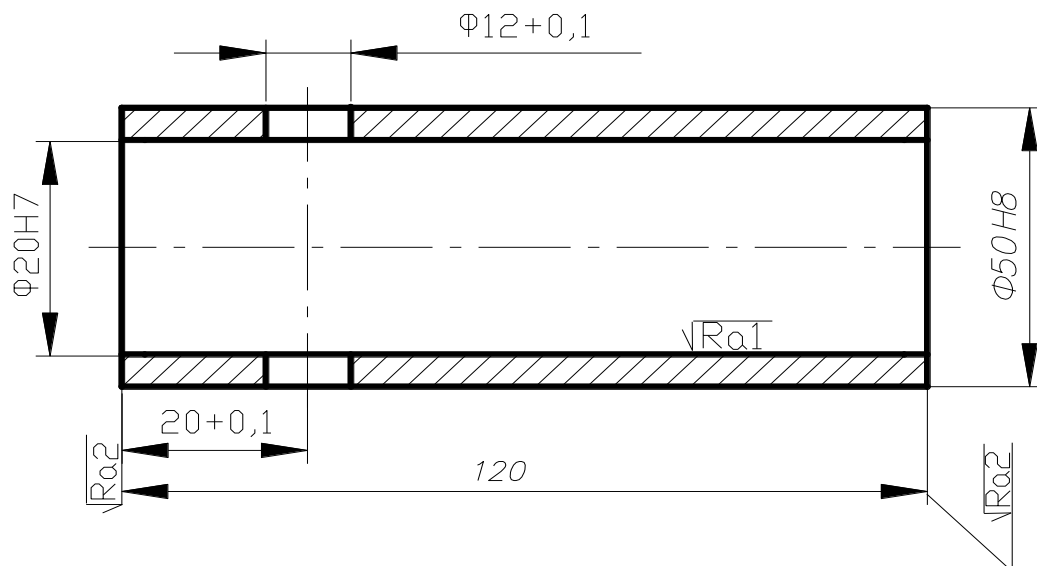
Сталь 45. Фрезерование паза

Вариант 10



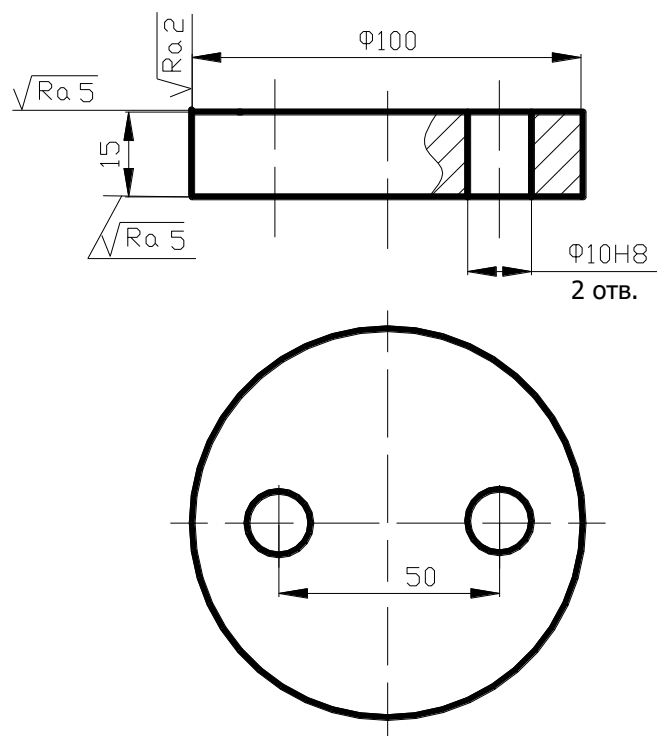
Сталь 35. Сверлить отверстие $\phi 10$ мм

Вариант 11



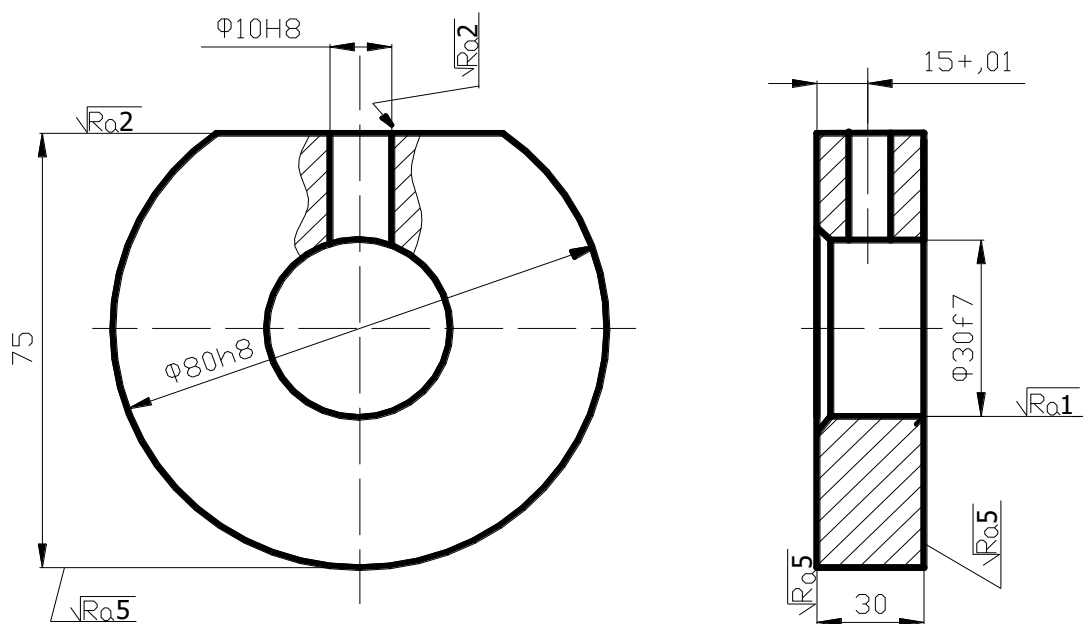
Сталь 45. Сверлить отверстие

Вариант 12



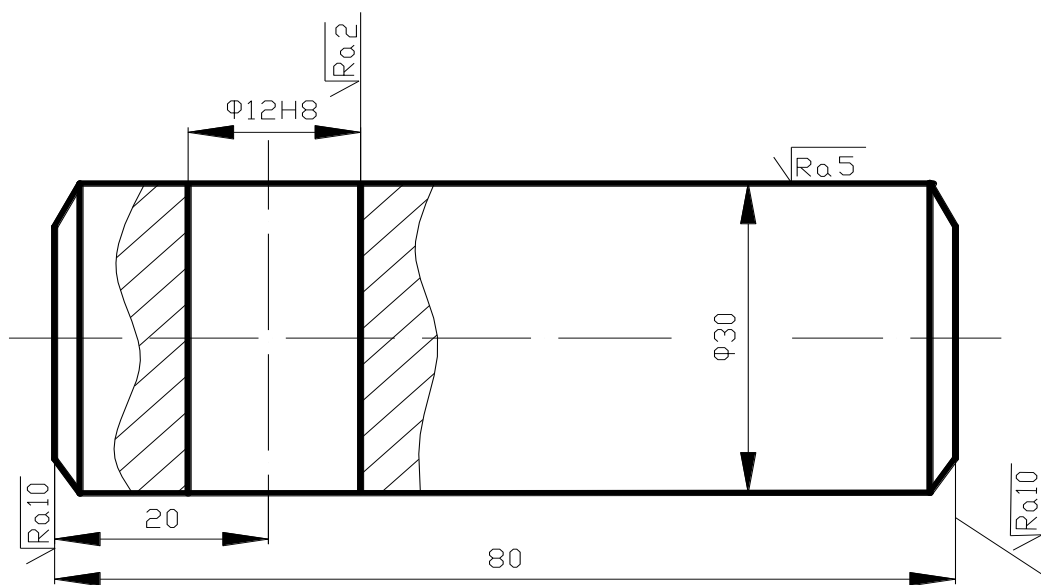
Сталь 35. Сверление 2-х отверстий

Вариант 13



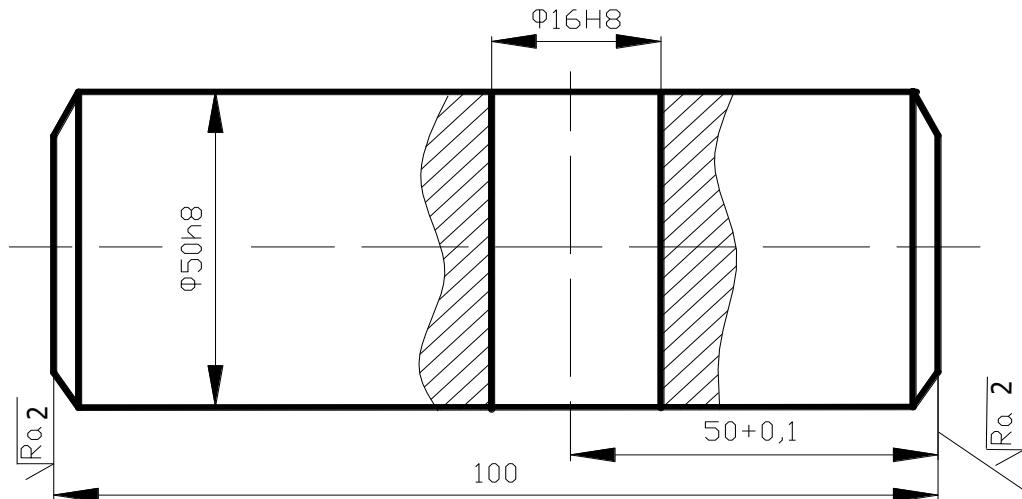
Сталь 45. Сверление отверстия

Вариант 14



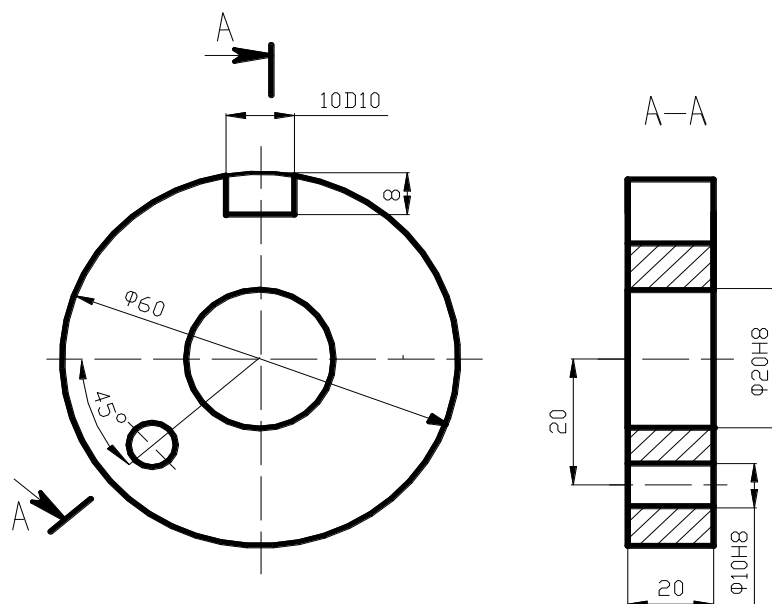
Сталь 50 . Сверление отверстия $\phi 12H8$

Вариант 15



Сталь 45. Сверление отверстия

Вариант 16



Сталь 45. Обработка паза

3 Вопросы к практическому занятию

- 1 Правило шести точек.
- 2 Причины возникновения погрешностей.
- 3 Формула погрешностей установки заготовки в приспособлении.
- 4 Полная формула погрешностей установки.

5 Расчет приспособлений на точность.

Литература

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

7 Практическое занятие «ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПОРЯДКА РАБОТЫ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ»

Цель работы: изучение конструкции реальных станочных приспособлений и их работы.

1 Теоретическая часть

Конструкция станочного приспособления (СП) должна отвечать требованиям технологичности, которые необходимо учитывать как при доработке отдельных элементов, так и в процессе разработки его общей компоновки.

Для оценки технологичности конструкции приспособлений можно воспользоваться упрощенной методикой, при которой нужно рассмотреть следующие вопросы:

1) Оценить размеры, массу приспособления и их соотношение с точки зрения применения грузоподъемных средств и жесткости;

2) Определить, имеется ли в приспособлении достаточно удобная базовая деталь;

3) Оценить блочность конструкции или блочный принцип конструирования - разбивку на отдельные узлы (функциональные, конструкторские и технологические), допускающие их независимую сборку;

4) Оценить унификацию элементов конструкции.;

5) Оценить необходимость и трудоемкость частичной разборки приспособления в процессе сборки. Такая необходимость возникает при использовании метода регулирования с неподвижным компенсатором и тем более при использовании метода пригонки;

6) Оценить необходимость и трудоемкость механической обработки при сборке;

7) Определить наличие труднодоступных мест для сборки, регулировки и измерения.

8) Оценить необходимость применения специальных приспособлений при сборке и регулировке. Такая необходимость определяется следующими факторами:

а) потребностью одновременного базирования двух и более элементов конструкции;

б) необходимостью сжатия упругих элементов (пружин, прокладок и т. д.) числом более одного;

в) если положение присоединяемого элемента определяется точным размером;

9) Оценить наличие и обоснованность специальных требований к СЕ (по массе, уровню вибрации, по шуму, усилию холостого хода, герметичности и т. д.);

11) Оценить необходимость дополнительных операций по балансировке, окраске, консервации и т. д.;

12) Оценить доступность элементов приспособления - качество, определяемое свободным доступом к элементам как во время работы, так и при ремонте. Хорошая доступность — когда для этого ничего не надо снимать. Удовлетворительная доступность обеспечивается после снятия некоторых элементов. Низкая доступность обеспечивается после полной разборки изделия.

13) Оценить легкоъемность — качество изделия, определяющее необходимость использования специального приспособления, инструментов и возможность повреждения деталей при разборке.

14) Оценить технологическую простоту — обеспечивает удобство и несложность в эксплуатации, а именно: перевод из транспортного положения в рабочее, управление выполнением рабочей функции, заправку рабочими средами и т.д., переналадку на выполнение другой операции, очистку рабочих органов.

14) Оценить технологическую преемственность в сфере эксплуатации - минимальную трудоемкость обучения обслуживающего персонала для работы на данном изделии.

15) Оценить восстанавливаемость - качество обеспечивающее возможность восстановления приспособления при износе, она достигается применением высокопрочных и высокопрочных материалов или введением в конструкцию сменных элементов на быстроизнашиваемых поверхностях.

Приспособление показывают с закрепленной деталью. Как правило, общий вид приспособления вычерчивают в масштабе 1:1 с указанием габаритных размеров, посадок и присоединительных размеров.

Сборочный чертеж приспособления должен содержать следующие элементы.

1. Изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

2. Размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения.

3. Указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями раз-

меров, а подбором, пригонкой и т. п. , а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.).

4. Номера позиций составных частей, входящих в изделие.

5. Габаритные размеры изделия.

6. Присоединительные размеры, размеры сопряжений и другие необходимые справочные размеры.

7. Координаты центра масс (при необходимости).

8. Техническую характеристику изделия (при необходимости).

На сборочном чертеже приспособления приводятся технические характеристики и технические требования.

Техническая характеристика станочного приспособления должна содержать:

1. Усилие закрепления заготовки.

2. Усилие на исполнительном элементе привода.

3. Параметры питающей сети.

4. Величину перемещения исполнительного элемента привода.

Технические требования должны определять:

1. Условия испытаний приспособления.

2. Требования к рабочим телам питающих сетей.

3. Допустимую погрешность взаимного расположения базовых поверхностей приспособления и установочных элементов приспособления.

4. Требования по дополнительной обработке элементов приспособлений при сборке.

5. Марку смазочного материала, наносимого при сборке на поверхности подвижных частей, периодичность замены смазки

6. Способ маркировки приспособления.

7. Способ защиты нерабочих поверхностей приспособления .

Предельные отклонения размеров указывают на сборочных чертежах условными обозначениями полей допусков или числовыми значениями предельных отклонений.

На сборочном чертеже приспособление показывается с закрепленной заготовкой. Допускается дополнительно изображать перемещающиеся части изделия в промежуточном положении с соответствующими размерами, если это необходимо. Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например: «Крайние положения прихвата поз.5».

При выполнении сборочного чертежа следует применять упрощения и условности, допускаемые стандартами ЕСКД.

Допускается не показывать:

а) фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы;

б) зазоры между стержнем и отверстием;

в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. Над изображением делают соответствующую надпись, например: «Крышка не показана» или «Крышка поз. 3 не показана».

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков.

Штриховка смежных деталей в разрезах и сечениях выполняется в соответствии с ГОСТ 2.306-68 «ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах». Стандартные крепежные детали, шпонки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и тому подобные детали при продольном разрезе изображают нерассеченными.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

1) на разрезах изображают нерассеченными составные части изделий, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи;

2) типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями, которые следует упрощать, не выполняя мелких выступов, впадин и т. п.

Номера позиций составных частей изделия на сборочном чертеже указывают на проводимых от изображений этих частей полках линий-выносок, один конец которых (пересекающий линию контура) заканчивается точкой, другой - полкой. Линии проводят от видимых проекций составных частей изделия, изображенных на основных видах или заменяющих их разрезах.

Номера позиций сборочных единиц, деталей и тому подобных элементов наносят над полками линий-выносок в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации сборочного чертежа (на чертеже общего вида — в соответствии с номерами позиций, указанными в таблице перечня составных частей изделия). Линия выноски не должна пересекать размерные линии.

Цифры, соответствующие номерам позиций, проставляют параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения таким образом, чтобы они располагались по одной горизонтальной или вертикальной линии (насколько это возможно), шрифтом, размер которого на один - два номера больше, чем у размерных чисел.

Номер позиции наносят на чертеже один раз, в случае необходимости допускается указывать его повторно. Допускается общая линия-выноска с вертикальным расположением номеров позиций:

1) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления: причем если разные составные части крепятся одинаковыми крепежными деталями, то после номера соответствующей позиции допускается проставлять в скобках число этих крепежных деталей;

2) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключаящей различное понимание, и при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части; в этих случаях линию-выноску отводят от закрепляемой составной части;

3) для отдельных составных частей изделия, которые из-за трудности их графического изображения на чертеже не показывают, местонахождение определяется с помощью линии-выноски от видимой составной части изделия, с которой данная составная часть контактирует.

В описание конструкции должны войти все элементы, входящие в состав приспособления. Описание должно давать полное представление о взаимосвязи элементов и их служебном назначении.

Описание принципа работы приспособления начинают с установки заготовки в приспособлении. Должны быть описаны все действия рабочего, связанные с использованием приспособления и взаимные перемещения элементов приспособления при установке заготовки, обработке заготовки и снятии заготовки с приспособления.

Пример конструкции приспособления приведен на рисунке 6.1.

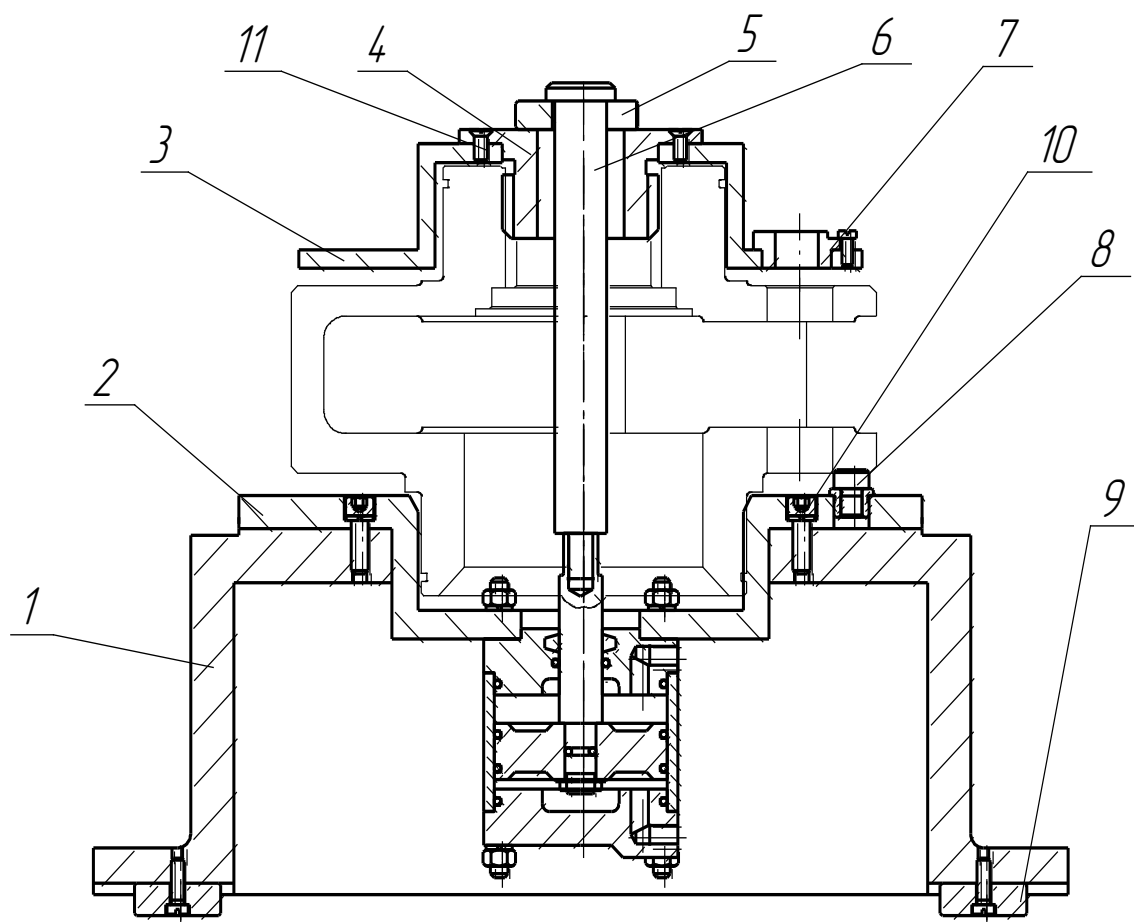


Рисунок 7.1 – Приспособление для радиально-сверильной операции

Приспособление состоит из корпуса 1, в котором установлен стакан 2. Стакан крепится в корпусе винтами 10. В стакане 2. запрессованы три опоры 8. К стакану удлиненными стяжками прикреплен пневмоцилиндр 12. Шток цилиндра проходит через центральное отверстие в стакане. В центральном отверстии кондукторной плиты установлена шлицевая втулка 4 закрепленная винтами 11. В кондукторной плите установлены три быстросменные втулки 7. В шток пневмоцилиндра 12 вкручена тяга 6, которую надевается быстросменная шайба 5. Приспособление базируется на столе станка по шпонкам 9.

Работает приспособление следующим образом. Деталь устанавливается на опоры 8 стакана 2 базируясь по торцу и наружной цилиндрической поверхности.

После того как отверстия будут просверлены кондукторные втулки 7 убираются с плиты и обработка отверстий в детали ведется другим осевым инструментом. Для раскрепления детали воздух подается в поршневую полость пневмоци-

линдра 12. Поршень пневмоцилиндра перемещается вверх перемещая шток и тягу. Быстросменная шайба 5 убирается. Кондукторная плита 3 снимается с детали. Деталь снимается с приспособления.

Содержание отчета.

Студент получает индивидуальное задание (сборочный чертеж приспособления) и в отчете по работе должен представить:

1. Описание конструкции приспособления.
2. Описание порядка работы станочного приспособления
3. Анализ технологичности конструкции приспособления и перечень ошибок, найденных на сборочном чертеже.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

8 Практическое занятие «ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ КОНДУКТОРА ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ЧЕТЫРЁХ ОТВЕРСТИЙ»

Цель работы: изучение методики расчета размеров деталей кондуктора.

1 Теоретическая часть

Размеры, координирующие расположение осей отверстий, обеспечивается кондуктором. Допустимые смещения осей отверстий относительно номинала не более 0,15 мм. Положение отверстий у заготовки определяется диаметром центральной окружности ($\varnothing 60$), угловым расположением ($\alpha=90^\circ$), совпадением оси центральной окружности ($\varnothing 60$) с осью базового отверстия заготовки.

Допустимые отклонения на эти параметры определяют по рисунку 8.1. Точками 1, 2, 3, 4 обозначены номинальные положения осей отверстий. Оси центральной окружности и базового отверстия заготовки совпадают. Если из точек 1, 2, 3, 4 провести окружность радиусом $r=0,15\text{мм}$, то допустимое отклонение $\delta_{ДД}=\delta_{\alpha Д}=\pm 0,3\text{мм}$;

$$L_{Д}=\pm 0,15\text{мм}.$$

Допустимое смещение оси окружности Д относительно оси базового отверстия заготовки

$$\varepsilon_{k1}=L_{Д}-\sqrt{\varepsilon_{см1}^2 + \varepsilon_{см2}^2 + e_{П}^2 + X^2 + X_1^2 + \varepsilon_{изм}^2},$$

где $E_{см1}$ – наибольшая погрешность отклонения детали в приспособлении из-за смещения её относительно центрирующего пальца.

Размер установочный поверхности пальца: $\varnothing 25g6 \left(\begin{smallmatrix} -0,007 \\ -0,020 \end{smallmatrix} \right)$ (для заготовки).

Размер базового отверстия заготовки: $\varnothing 25H9 (+0,052)$.

Максимальный зазор $S_{max}=0,072\text{мм}$ или $\varepsilon_{см1}=0,036\text{ мм}$. По конструктивным соображениям сопряжение базового пальца и отверстия кондукторной плиты принимается $\varnothing 20H7/g6$, и наибольший зазор будет равным 0,041мм.

Смещение плиты относительно номинального положения из-за наличия этого зазора равно $\varepsilon_{см2}=0,0205\text{мм}$; $e_{П}=0,005\text{мм}$ – эксцентриситет поверхностей $\varnothing 25g6$ и $\varnothing 20g6$ установочного кольца (рисунок 8.1).

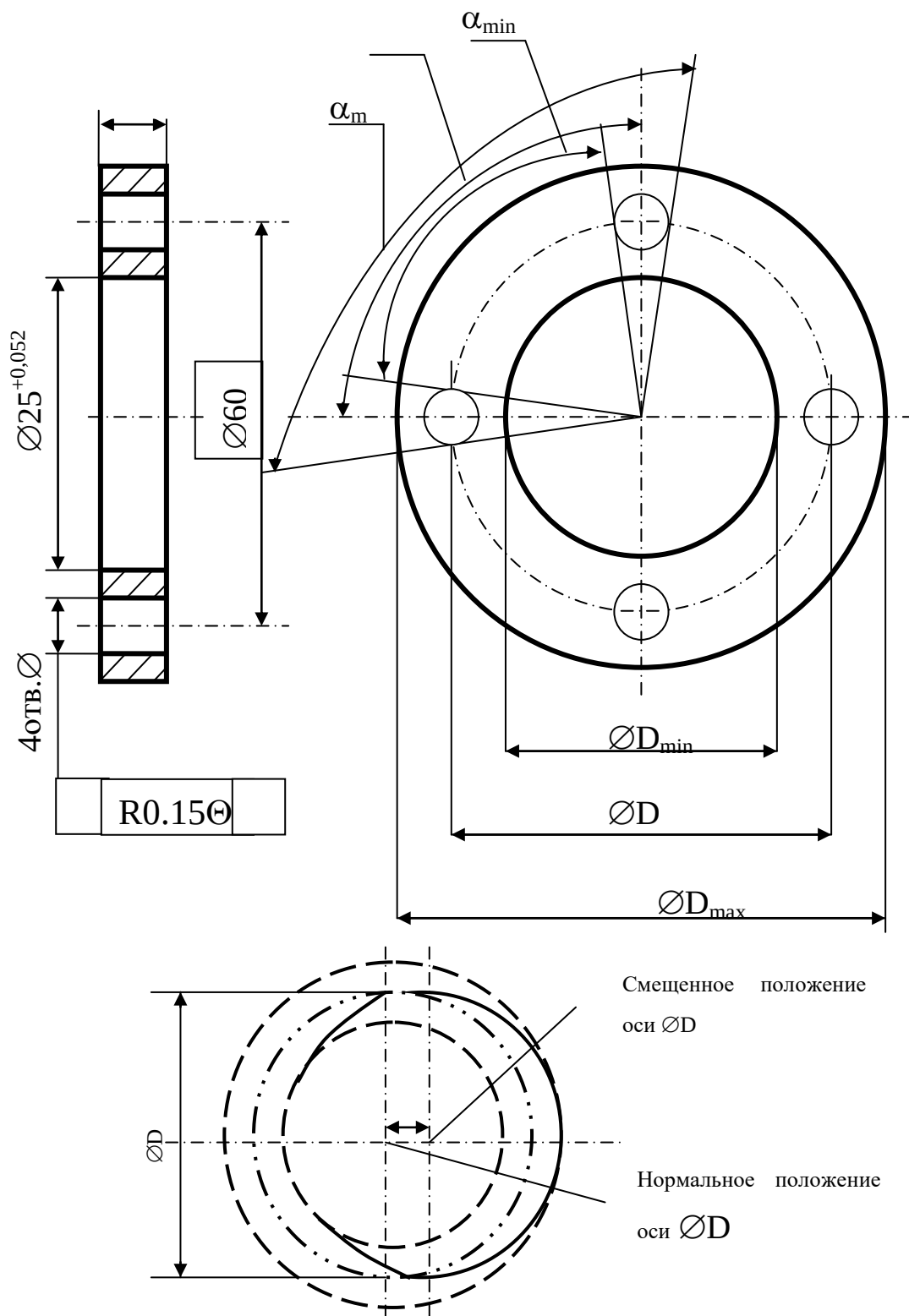


Рисунок 8.1 – Схема погрешностей

Координатные размеры, определяющие положение осей втулки в плите:

$$e_{\pi} = (1/3 \dots 1/5) * e_{\text{д.}}$$

Устанавливаем отклонения на $e_{\pi} = \pm 0,03$, $\delta_{\text{дп}} = \pm 0,06 \text{ мм}$; $\delta_{\text{оп}} = \pm 0,06 \text{ мм}$.

По уравнению (4) $l_{\Gamma}=0,03$;

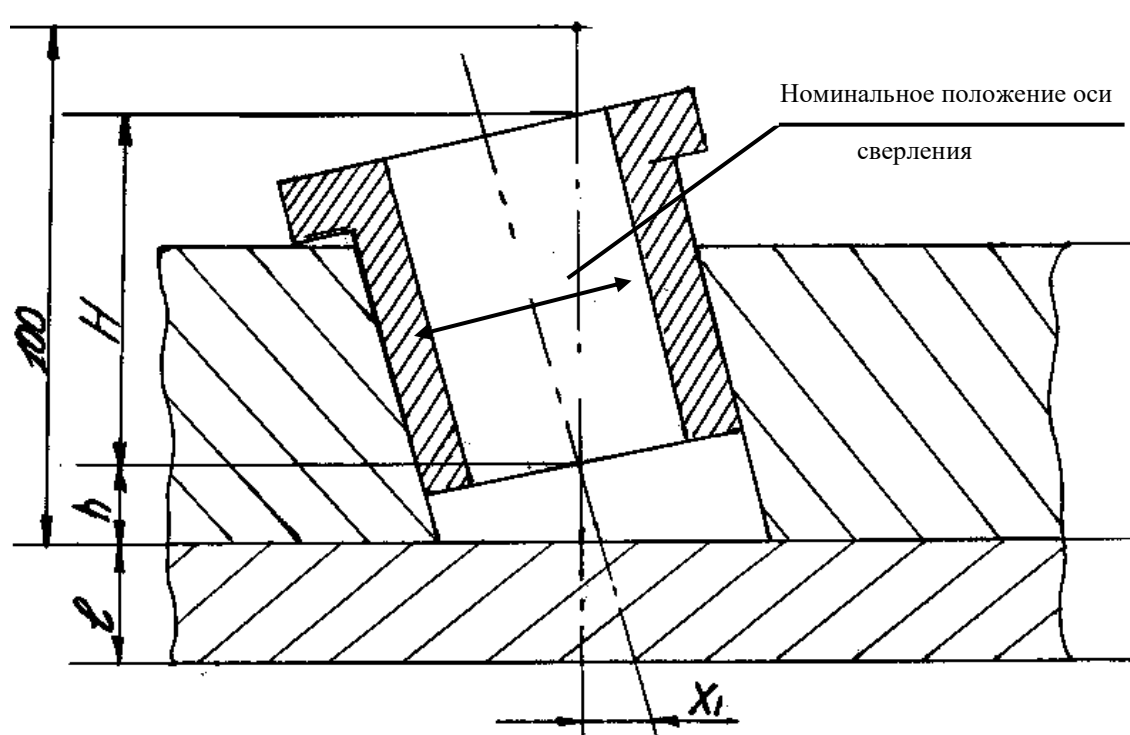


Рисунок 8.2 – Погрешность расположения кондукторной втулки

X – наибольшее смещение оси центральной окружности заготовки относительно номинального положения. Размер сверла $\varnothing 8 (-0,036)$, размер втулки $\varnothing 8 \begin{smallmatrix} +0.35 \\ +0.013 \end{smallmatrix}$. Наибольший зазор $S_b=0,071\text{мм}$. Принимаем $L=10\text{мм}$, $H=20\text{мм}$, $h=4\text{мм}$, тогда $X=S_b((L+h)/H+1/2)=0,071((10+4)/20+1/2)=0,0852\text{мм}$.

Наибольшее смещение оси центральной окружности заготовки относительно номинального положения из-за отклонения от перпендикулярности осей отверстий втулок относительно опорной плоскости плиты (рисунок 8.2).

$$X=[(L+h)/100]*0,02=[(10+4)/100]*0,02=0,0028\text{мм}.$$

При суммировании составляющих погрешностей эту величину можно не учитывать. Принимаем

$$\varepsilon_{\text{изм}}=0,2L_{\text{д}}=0,2*0,15=0,03\text{мм}.$$

$$\varepsilon_{\text{н1}}=0,15-\sqrt{0,036^2+0,0205^2+0,005^2+0,0852^2+0,0028^2+0,03^2}=0,051\text{мм}.$$

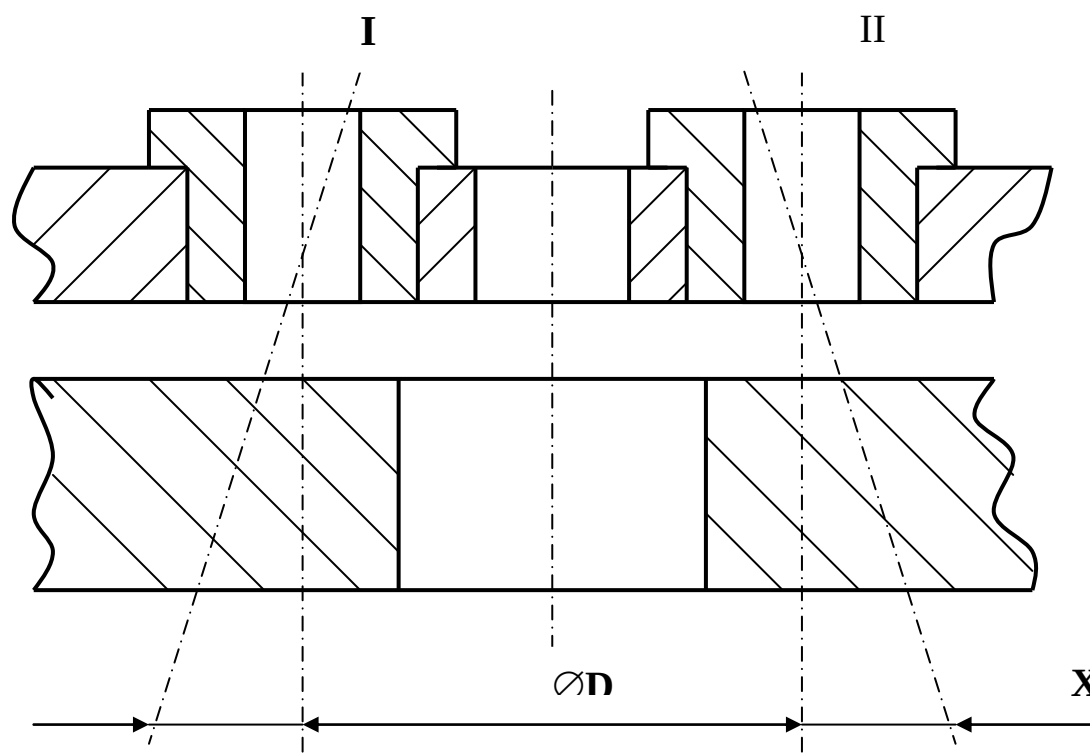
$$D_{\text{изм}}=d+2\varepsilon_{\text{н1}}=8,033+2*0,051=8,135\text{мм}.$$

Допустимое отклонение диаметра центральной окружности $\varnothing D$

$$\varepsilon_{H2} = \delta_{Dn} - \sqrt{\delta_{Dn}^2 + 2X^2 + \varepsilon_{изм}^2}.$$

Из схемы (рисунок 8.2) видно, что наибольшее отклонение диаметра центральной окружности D в сторону его увеличения из-за перекоса оси инструмента относительно отверстий втулок будет при разных направлениях смещения.

$\delta_{Dn} = 0,06 \text{ мм}$, $\varepsilon_{изм} = 0,06 \text{ мм}$; $\delta_{Dn} = 0,3 \text{ мм}$, тогда $\varepsilon_{H2} = 147 \text{ мм}$.



Допустимое отклонение углового положения осей просверленных отверстий определяется по уравнению:

$$\varepsilon_{из} = \delta_{\alpha n} - \sqrt{\delta_{\alpha n}^2 + 2X^2 + \varepsilon_{изм}^2}.$$

$$\varepsilon_{из} = 147 \text{ мкм}.$$

Три координатных размера заготовки надёжно обеспечиваются кондуктором в пределах заданных отклонений, а размер предельно изношенных втулок определяется из условия $d_{изн} = 8,135 \text{ мм}$.

Эскиз кондуктора показан на рисунке Рисунок 8.3.

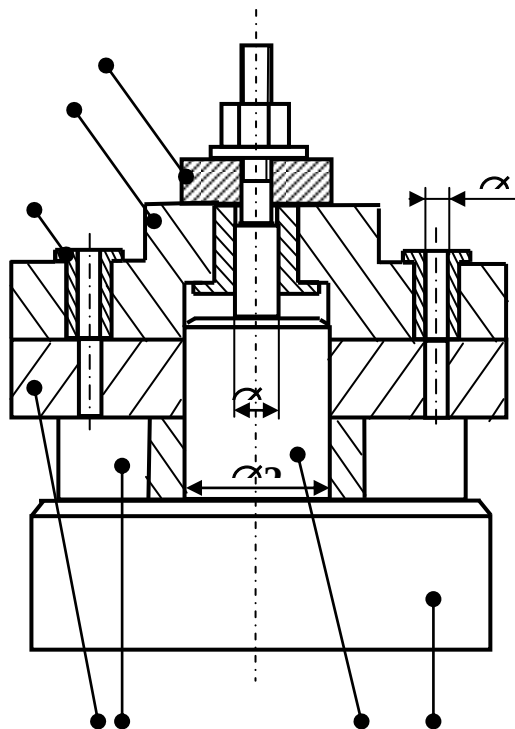


Рисунок 8.3 – Эскиз кондуктора;

2-кондукторные втулки; 3-опорная плита; 4-установочный палец; 5-плита-проставка; 6-заготовка; 7-быстросъемная шайба.

Контрольные вопросы.

1. Что входит в конструирование установочных элементов?
2. Что входит в конструирование направляющих элементов?
3. Что входит в конструирование зажимных элементов?
4. Каково функциональное назначение корпусов приспособлений?
5. Краткое содержание методики проектирования приспособлений.
6. Каковы принципы конструирования приспособлений?
7. Входит ли проектирование приспособлений в систему технологической подготовки производства?
8. Какие исходные данные необходимо знать для проектирования приспособлений?

9. В чем сущность автоматизированного проектирования приспособлений?
10. Какова упрощенная схема автоматизированного проектирования приспособлений?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

9 Практическое занятие «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ»

Цель работы: изучение видов технологической оснастки для станков с ЧПУ.

1 Теоретическая часть

При обработке на станках с ЧПУ деталей в центрах широкое применение нашли инерционные поводковые патроны с эксцентриковыми кулачками (рисунок 9.1). Такими патронами оснащают некоторые модели станков с ЧПУ.

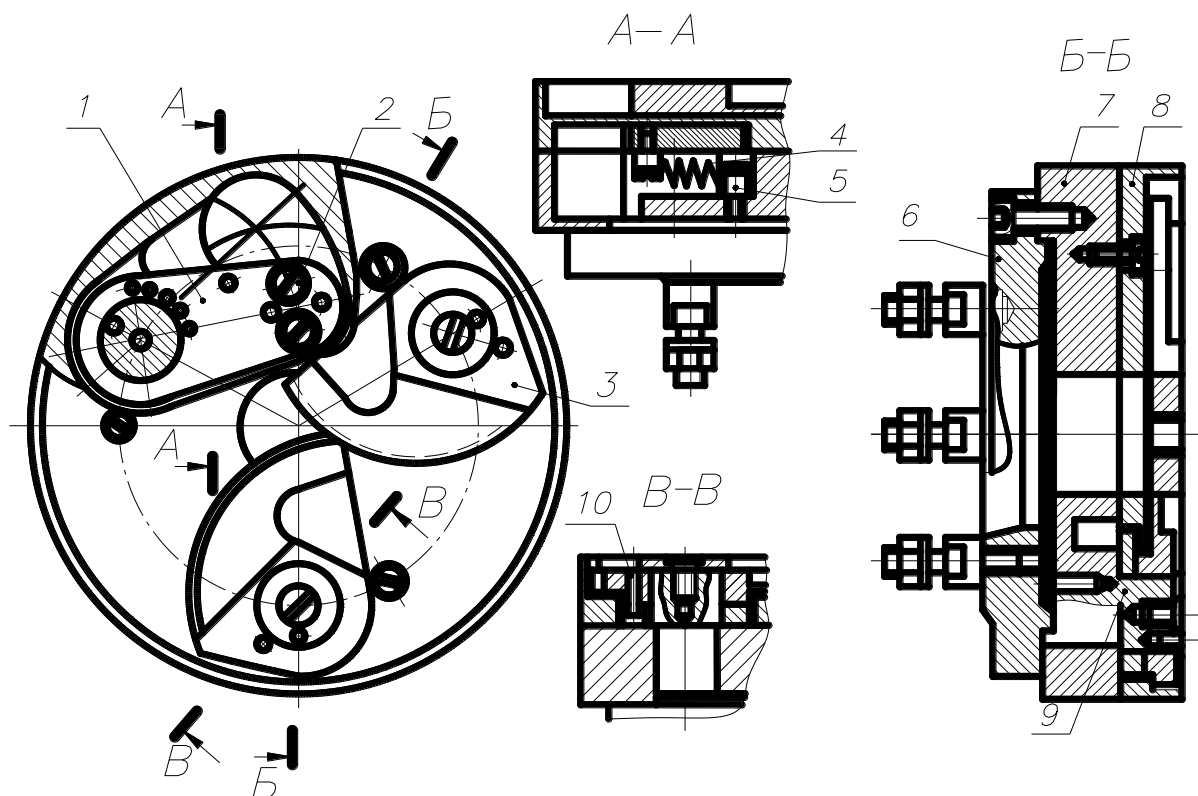


Рисунок 9.1 – Инерционный переналаживаемый поводковый патрон с эксцентриковыми кулачками

Патроны могут быть переналажены для обработки заготовок различных диаметров. Два типоразмера патронов позволяют установить заготовки диаметром 8 – 160 мм. Эксцентриковые кулачки расположены на осях 9, закрепленных в корпусе 7. К корпусу прикреплен диск 8, под которым в полостях корпуса размещены установленные на общих с кулачками осях рычаги 1 с грузами, прикрепленными

винтами 2. Эксцентриковые кулачки 3 соединены с рычагами 1 штифтами 10. В каждом рычаге на общем радиусе расположено по пять отверстий для штифтов, что позволяет фиксировать кулачки в пяти положениях для установки заготовок различного диаметра. Пружины 4, надетые на штыри 5, один из которых прикреплен к рычагу, а другой к корпусу, разводят кулачки в исходное положение после прекращения вращения патрона. Сменный фланец 6 служит для установки патрона на шпиндель станка.

Под действием центробежной силы, возникающей при вращении патрона, грузы, преодолевая усилие пружин 4, расходятся и кулачки рабочими поверхностями касаются наружной поверхности заготовки, установленной в центрах станка. Под воздействием усилия резания кулачки за счет эксцентриситета надежно зажимают заготовку в процессе обработки.

Надежная работа патрона определяется точностью осей, на которых закреплены кулачки, под действием возникающих при резании радиальных нагрузок. Действующая на обрабатываемую деталь сила резания P_z вызывает на контактирующей с кулачками поверхности окружное усилие P_p которое раскладывается на осевое усилие P_d , направленное радиально к оси обрабатываемой детали, и силу P_o , направленную радиально к оси кулачка.

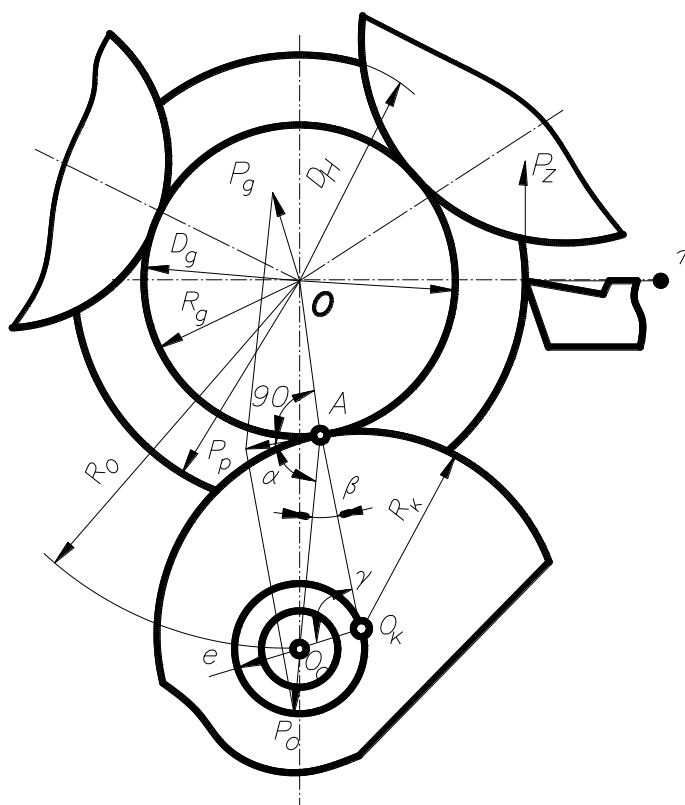


Рисунок 9.2 – Схема действия сил на ось кулачка в поводковом патроне с эксцентриковыми кулачками

Усилия R_d на трех кулачках уравниваются. Под действием силы P_o возможны деформации и поломки осей кулачков. Площадь поперечного сечения или диаметр осей должны быть определены с учетом этой силы. Для расчета силы P_o в зависимости от P_r необходимо определить угол α между направлениями их действия, причем $\alpha=90^\circ-\beta$.

Угол β можно определить из треугольника AOO_k , в котором известны размеры e и R_k . Для этого следует предварительно найти угол γ . Из треугольника $ODOO_k$ имеем

$$\cos \gamma = \frac{e^3 + (R_d + R_k)^2 - R_o^2}{2e(R_d + R_k)}, \quad (9.1)$$

где e – расстояние между осью рабочей поверхности кулачка и осью качения (эксцентриситет); R_d , R_k , R_o – радиусы соответственно закрепляемой части обрабатываемой детали, рабочей поверхности кулачка и окружности, на которой расположены оси качения кулачков.

Из треугольника AOO_k имеем

$$\operatorname{tg} \beta = e \sin \gamma / (R_k - e \cdot \cos \gamma).$$

Радиальное усилие определяется по формуле (2)

$$P_o = P_z D_n / [3 D_d \cos(90^\circ - \beta)], \quad (9.2)$$

где P_z – тангенсальная составляющая усилия резания;

D_d – диаметр заготовки в месте контакта с кулачками;

D_n – наибольший диаметр обрабатываемой заготовки в месте ее обработки.

2 Задание

Разработать схему привода к станку с ЧПУ (согласно варианту):

- 1 Токарному – инерционный привод.
- 2 Фрезерному – электромеханический.
- 3 Сверлильному – электромеханический.
- 4 Фрезерному – пневматический.
- 5 Фрезерному – вакуумный.
- 6 Сверлильному – электромагнитный.

9 Токарному – с использованием инерционных сил.

10 Токарному – механический.

3 Вопросы к практическому занятию

1 Особенности приводов станочных приспособлений для станков с ЧПУ.

2 Инерционный привод приспособления для токарных станков с ЧПУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

10 Практическое занятие РАСЧЕТ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ В NANOCAD МЕХАНИКА

Цель работы: изучение методики расчета и анализа размерных цепей в САПР NANOCAD МЕХАНИКА.

1 Теоретическая часть

Система автоматизированного проектирования Nanocad Механика позволяет производить проверку собираемости изделий при помощи расчета линейных размерных цепей методом максимума-минимума и вероятностным методом.

Рассмотрим процесс расчета на примере узла, представленного на рисунке 3 [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

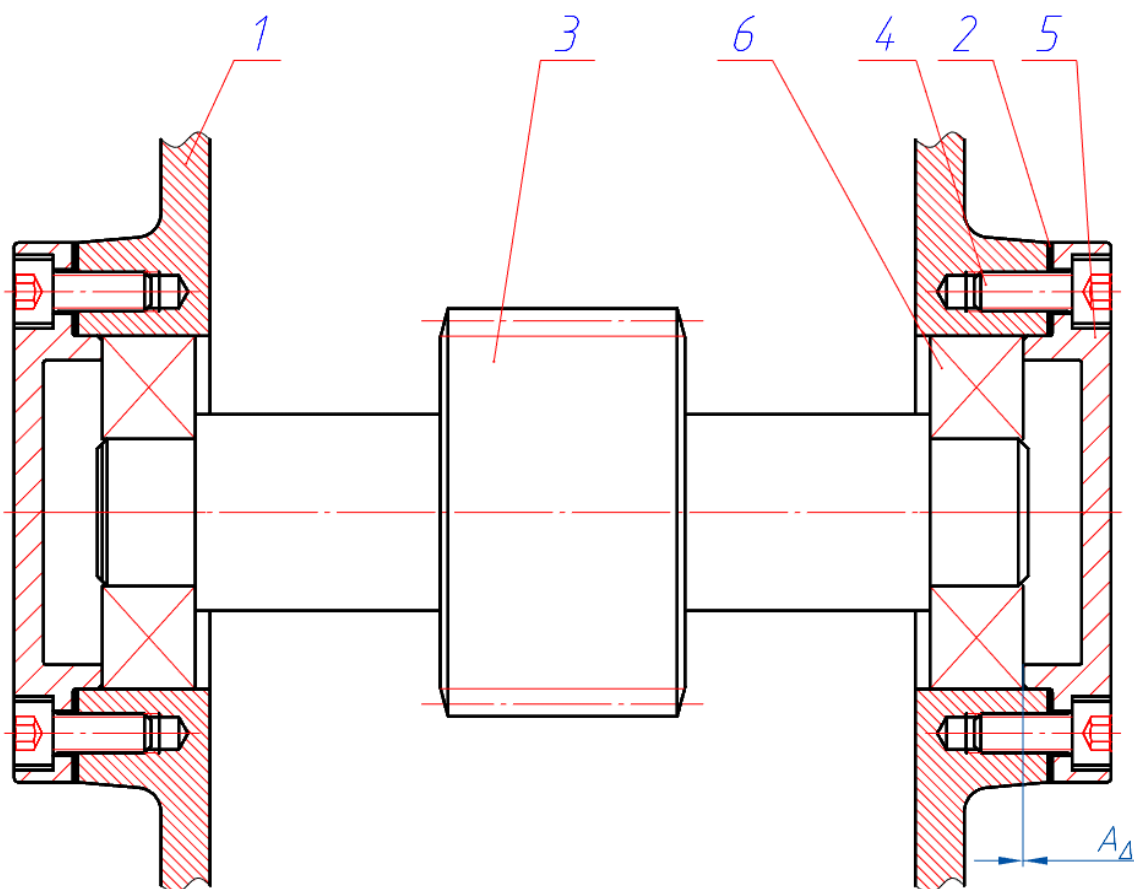


Рисунок 3 – Пример узла

В рамках представленного узла требуется проверить наличие и величину зазора A_{Δ} между торцом внешнего кольца подшипника поз. 6 и торцом крышки поз. 5.

Алгоритм расчета размерных цепей с помощью специализированного модуля Nanosad Механика можно представить в следующем виде:

1. Подготовка модели или чертежа.
2. Настройка размерной цепи и параметров расчета в специализированном модуле.
3. Анализ результатов и их вывод в чертёж.

В рамках подготовительного этапа необходимо при помощи размеров построить размерную цепь без замыкающего звена. В рассматриваемом примере размерная цепь состоит из 9 звеньев, пример чего показан на рисунке 4.

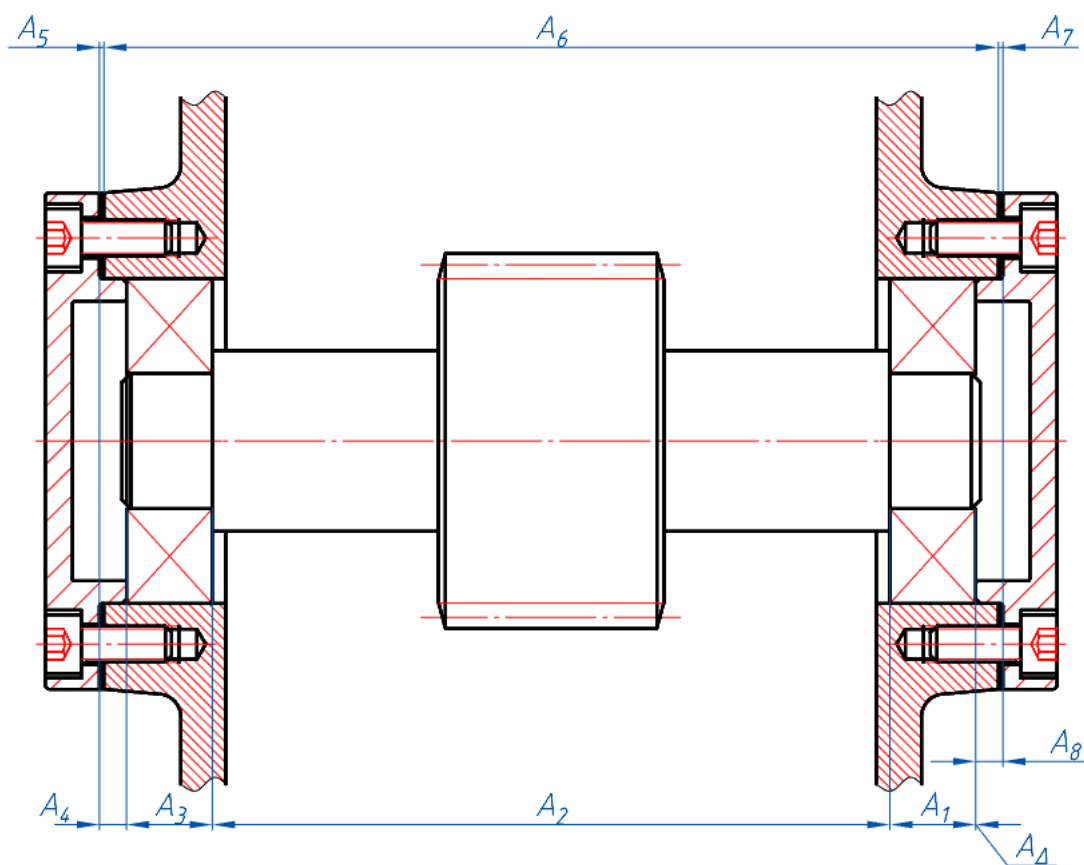


Рисунок 4 – Размерная цепь узла

Представленная размерная цепь имеет следующие размеры звеньев:

$$A_1 = A_3 = 19_{-0.12} \text{ мм}; \quad A_2 = 150_{-0.24}^{-0.08} \text{ мм}; \quad A_4 = A_8 = 6_{-0.06} \text{ мм};$$

$$A_5 = A_7 = 1_{-0.015} \text{ мм}; \quad A_6 = 198_{+0.05}^{+0.35} \text{ мм}.$$

Реализация звеньев размерной цепи от A_1 до A_8 , исключая замыкающее A_Δ , при помощи размеров представлена на рисунке 5.

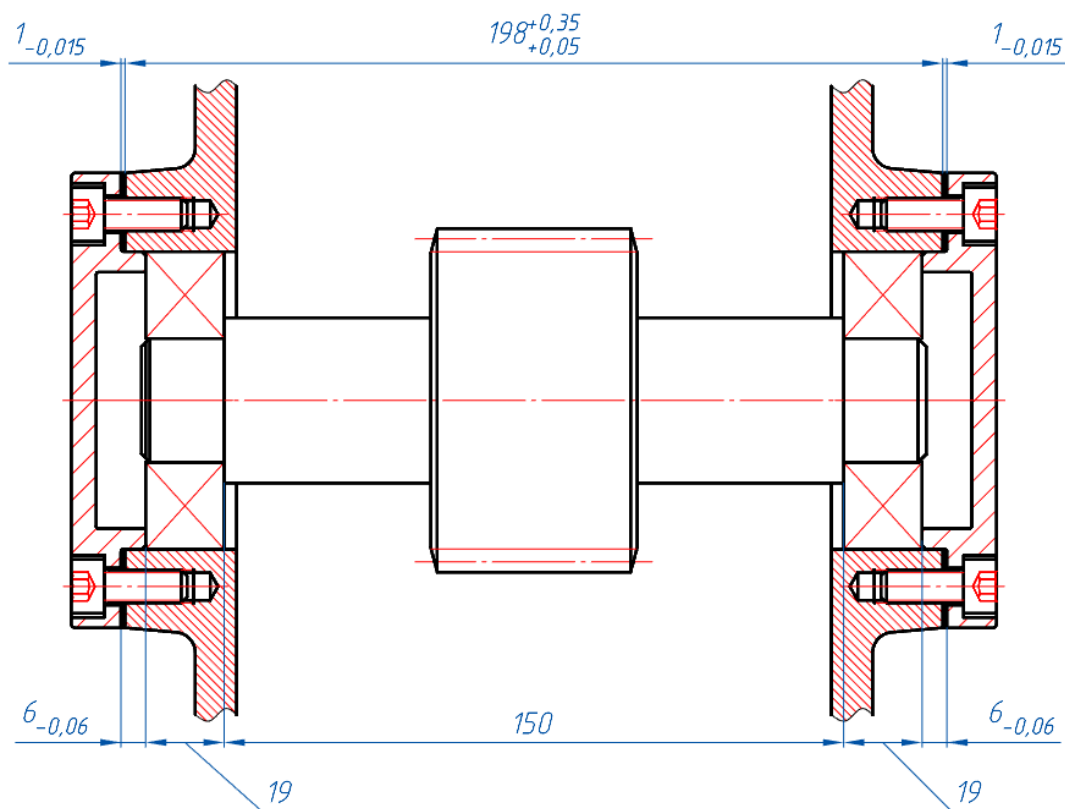


Рисунок 5 – Реализация размерной цепи

Из рисунка 5 видно, что часть размеров назначена с допусками, а часть без. Это сделано для демонстрации работы модуля размерных цепей, который имеет динамическую связь с размерами и позволяет как считывать значения размеров и их полей допусков с чертежа, так и назначать в модуле с последующей передачей в чертеж. При выполнении реальных расчетов пользователь может задавать допуски предварительно или же при работе с модулем, в зависимости от своих предпочтений, так как порядок их назначения не влияет на результат. По завершению нанесения размеров подготовительный этап может считаться завершенным.

Следующий этап начинается с открытия функциональной панели «Размерная цепь». В случае использования ленточного интерфейса необходимо ввести команду «SHOWTABDIMCHAIN»; при работе с классическим интерфейсом перейти к меню «Вид» – «Панели» – «Функциональные панели» и активировать пункт «Размерная цепь...». Результатом указанных действий станет открытие функциональной панели, содержащей пустой проект, внешний вид которой показан на рисунке

Рисунок 6.

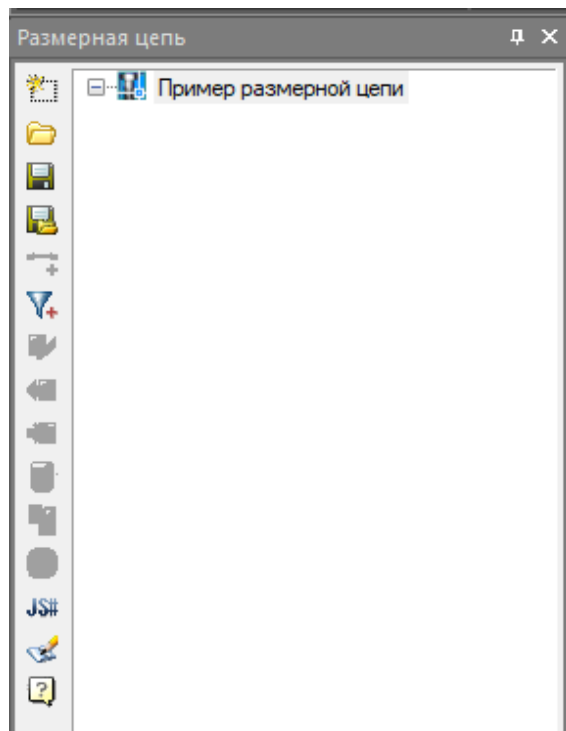


Рисунок 6 – Функциональная панель «Размерная цепь»

Далее необходимо создать расчет при помощи соответствующей пиктограммы (Рисунок 7), после чего станут доступны основные элементы функциональной панели.

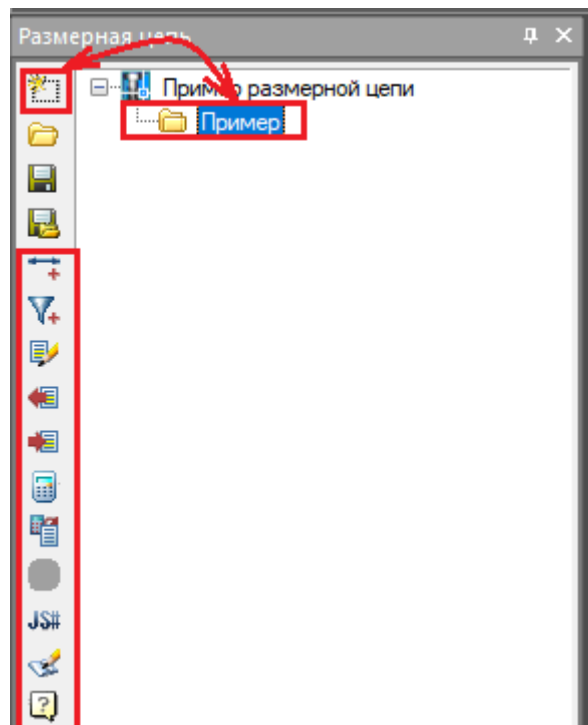


Рисунок 7 – Создание расчета

Следует отметить, что один проект может содержать множество различных расчетов (размерных цепей). В созданный расчет, обозначенный на рисунке 5, как «Пример», требуется добавить размеры. Для этого необходимо активировать функ-

цию «Добавить размеры» (Рисунок 8), после чего в рабочей области выделить размеры составляющие размерную цепь.

Выделение размером производится аналогично выделению любых других объектов чертежа либо при помощи курсора и клика на каком-либо объекте, либо при помощи охватывающей или секущей рамок, пример чего показан на рисунке 9.

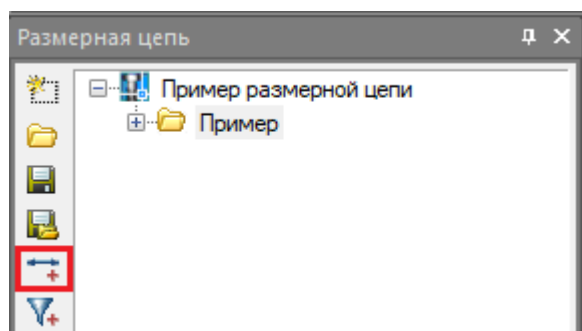


Рисунок 8 – Функция «Добавить размер»

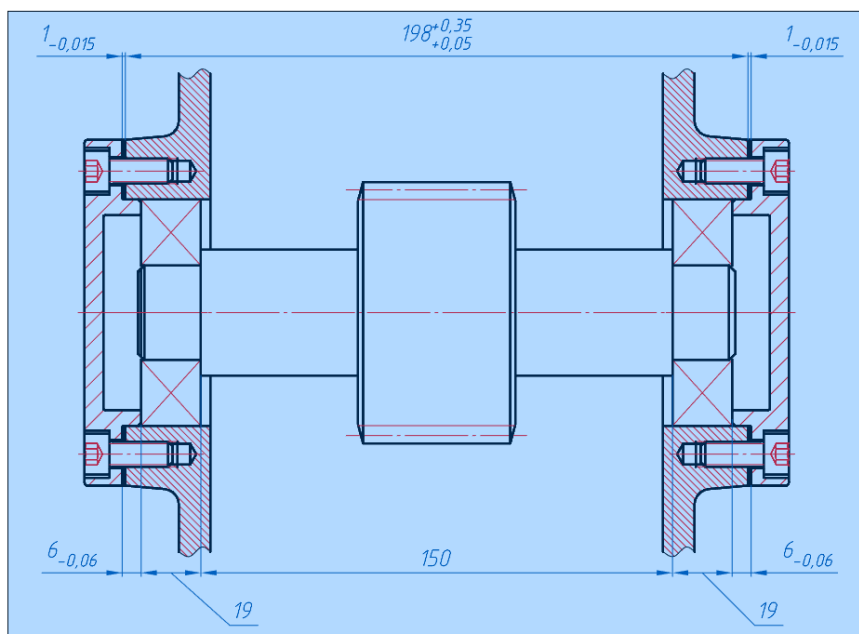


Рисунок 9 – Добавление размеров охватывающей рамкой

Функция добавления размеров в расчет будет активна после

ее завершения пользователем кнопками «Пробел» или «Enter». Необходимо отметить, что модуль позволяет рассчитывать только линейные размерные цепи, в связи с чем при добавлении размеров при помощи рамок лучше использовать фильтр выбора размеров, который позволяет выбирать все размеры, только вертикальные или горизонтальные размеры, или добавлять по одному размеру. Для определения типа добавляемых отверстий необходимо активировать функцию «Изменить фильтр» (Рисунок 10) и указать соответствующие ограничения из выпадающего меню.

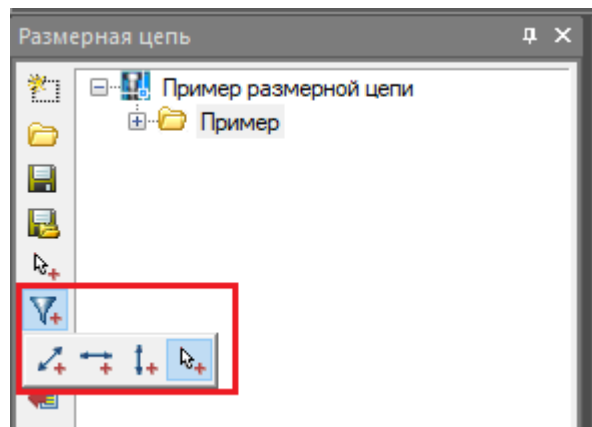


Рисунок 10 – Изменение фильтра выбора размеров

Результатом добавления размеров является их отображение в созданном расчете, для чего необходимо раскрыть расчет в модуле размерных цепей, как показано на рисунке 11.

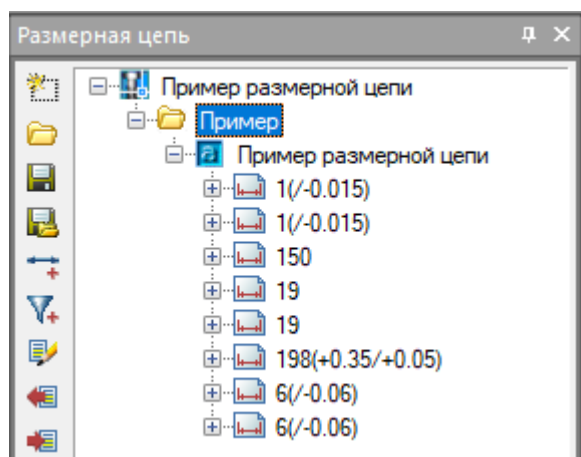


Рисунок 11 – Отображение размеров в расчете

Из рисунка 11 видно, что часть размеров, на которые были назначены поля допусков, отображены в расчете вместе с ними. Для добавления полей допусков к свободным размерам необходимо при помощи двойного клика на необходимом размере открыть окно «Редактирование размера» и указать необходимые значения или стандартные поля допусков.

Например, при необходимости назначения предельных отклонений для звена $A_2 = 150_{-0,24}^{-0,08}$ мм, необходимо двойным кликом открыть окно и внести данные, как показано на рисунке 12.

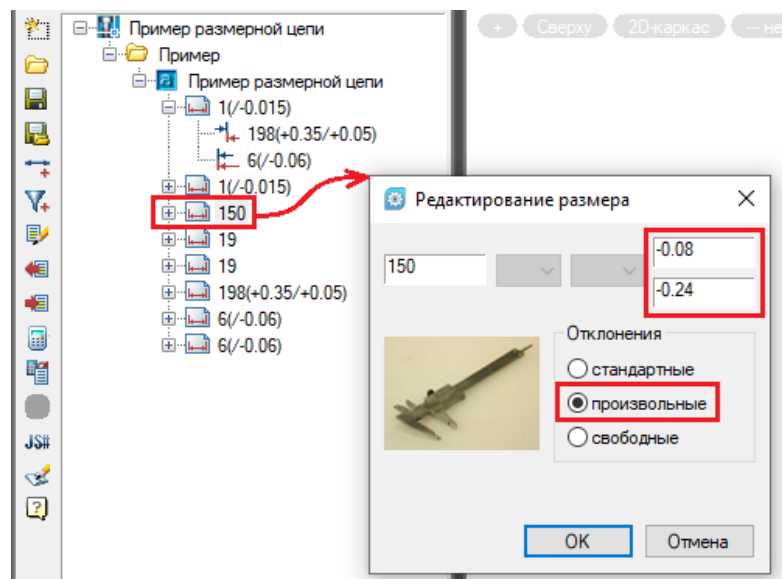


Рисунок 12 – Редактирование размера звена A_2

Кроме информации о допуске каждый размер содержит сведения о связанных с ним размерах и типе связи, для просмотра этих сведений необходимо раскрыть размер, как продемонстрировано на рисунке 13.

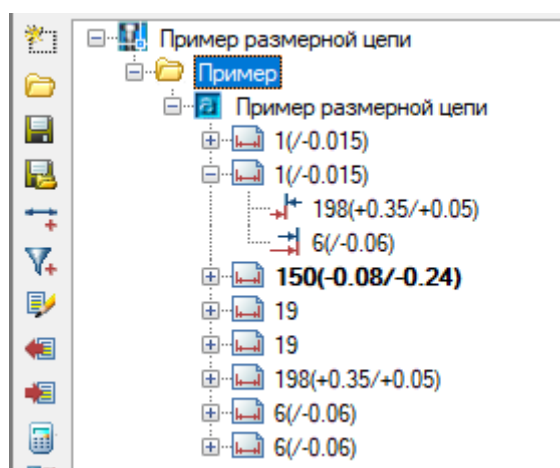


Рисунок 13 – Сведения о связи размеров

Размеры отличающиеся от добавленных с чертежа выделяются жирным шрифтом (Рисунок 13) и внесенные изменения можно как передать в чертеж, так и восстановить с чертежа для чего предназначены функции «Вернуть в чертеж» и «Взять с чертежа» (Рисунок 14).

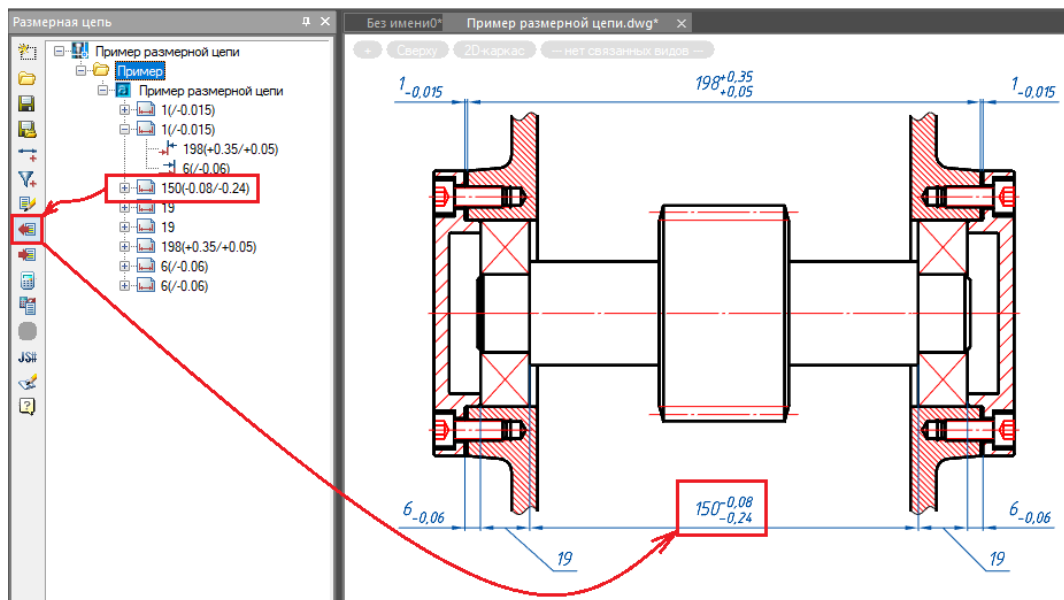


Рисунок 14 – Возврат изменений в чертеж

После завершения редактирования размеров производится переход к определению положения замыкающего звена. Для этого активируется функция «Начать/закончить редактирование», в результате чего перед пользователем появляется граф размерной цепи и становится активной функция «Замыкающее звено» (Рисунок 15).

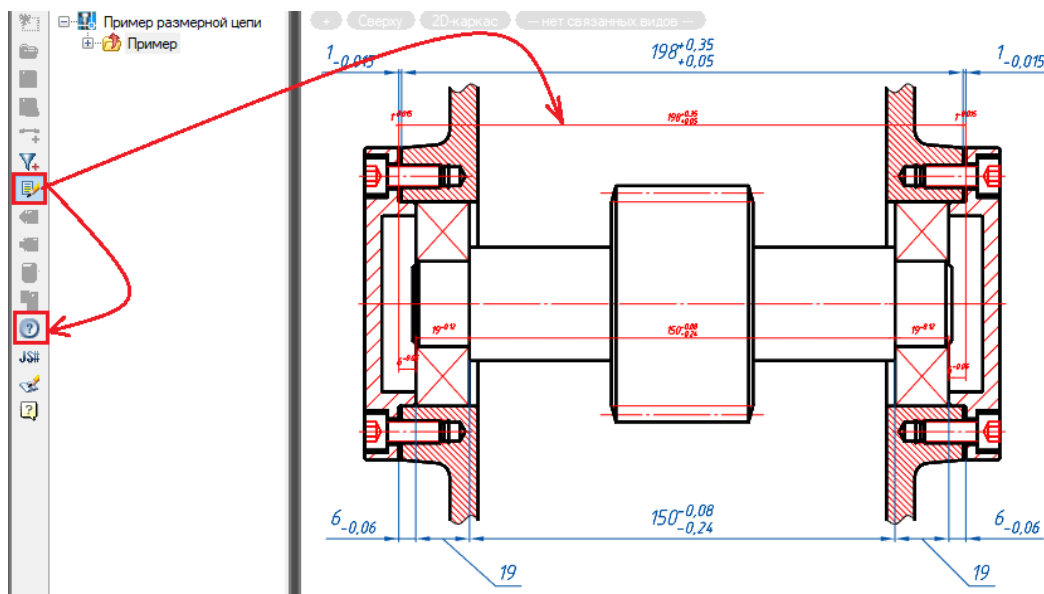


Рисунок 15 – Редактирование расчета

Определение замыкающего звена производится при помощи активации соответствующей функции и последовательного указания элементов графа, между которыми оно должно находиться. При наведении на какой-либо граф производится подсветка участка, с которым будет контактировать замыкающее звено, пример чего показан на рисунке 16 относительно элемента 19 мм.

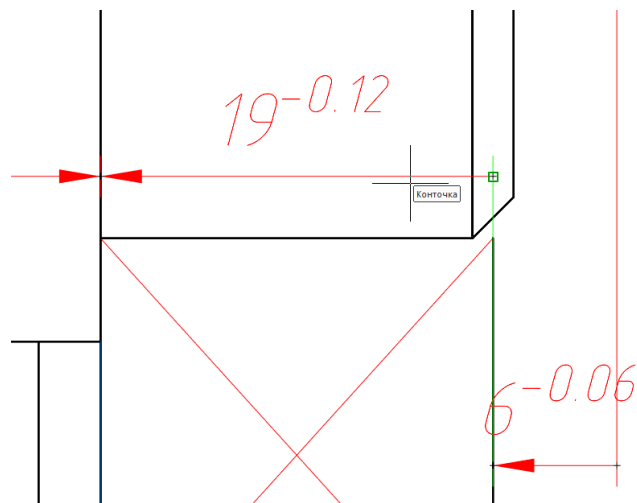


Рисунок 16 – Определение положения замыкающего звена

Результатом добавление замыкающего звена станет его отображение на графе, а после выхода из режима редактирования размерной цепи и в расчете, как показано на рисунке 17.

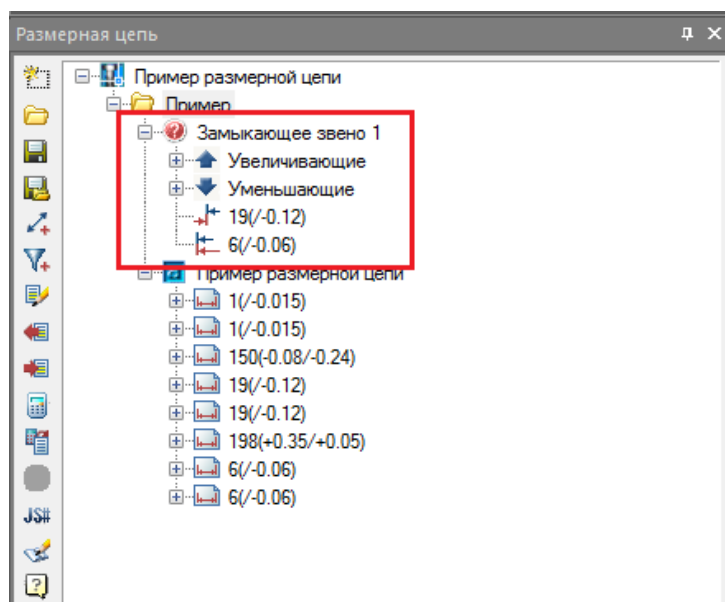


Рисунок 17 – Отображение замыкающего звена в расчете

Для каждого замыкающего звена в расчете отображаются уменьшающие и увеличивающие звенья, а также связанные размеры.

Завершением подготовки размерной цепи к расчету является настройка качества свободных размеров, если таковые имеются и выбор типа расчета – методом максимума-минимума или вероятностным, пример чего показан на рисунках 18 и 19.

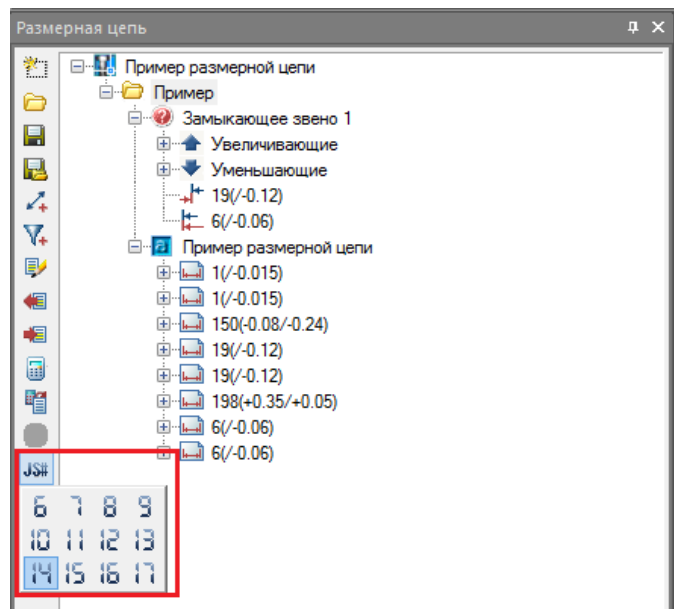


Рисунок 18 – Определение качества свободных размеров

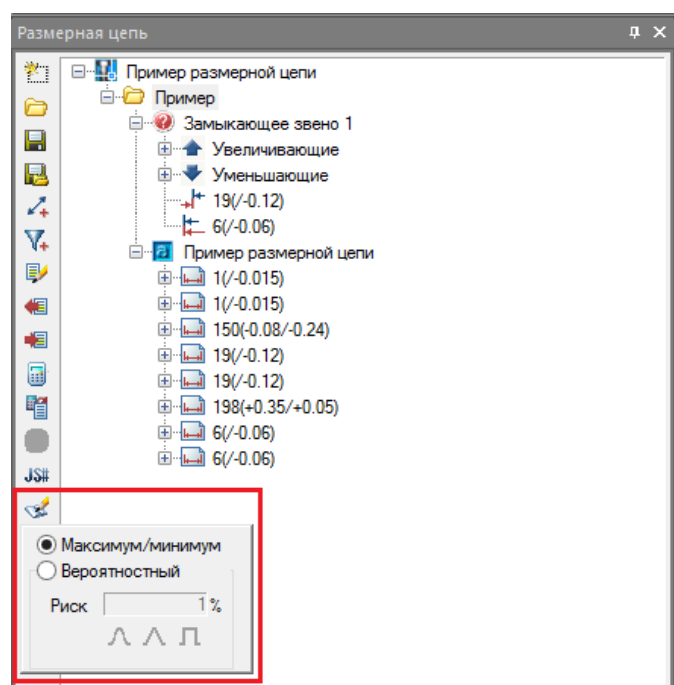


Рисунок 19 –Определение метода расчета

В рассматриваемом примере используется метод максимума-минимума, а свободные размеры отсутствуют, в связи с чем после определения замыкающего звена в графе может быть сразу произведен расчет, результатом которого при успешном расчете станет изменение информации, содержащейся в элементе «Замыкающее звено», как показано на рисунке 20.

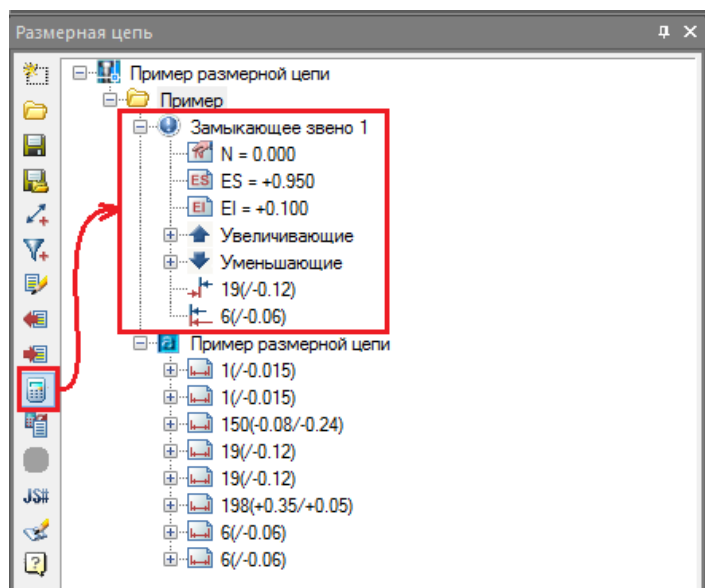


Рисунок 20 – Результат расчета

Так по результатам расчета станет известен номинальный размер замыкающего звена и его предельные отклонения, что для рассматриваемого примера составило $A_{\Delta} = 0^{+0,95}_{+0,1}$.

Сохранение результатов расчета может быть произведено в нескольких вариантах: в виде сохранения проекта размерной цепи при помощи команды «Сохранить проект», с возможностью последующего открытия, доработки или изменения, или же в виде «статичного» отчета на чертеже, не содержащего связи с проектом размерной цепи при помощи функции «Создать отчет».

При сохранении отчета происходит формирование xml файла в указанной пользователем папке (Рисунок 21).

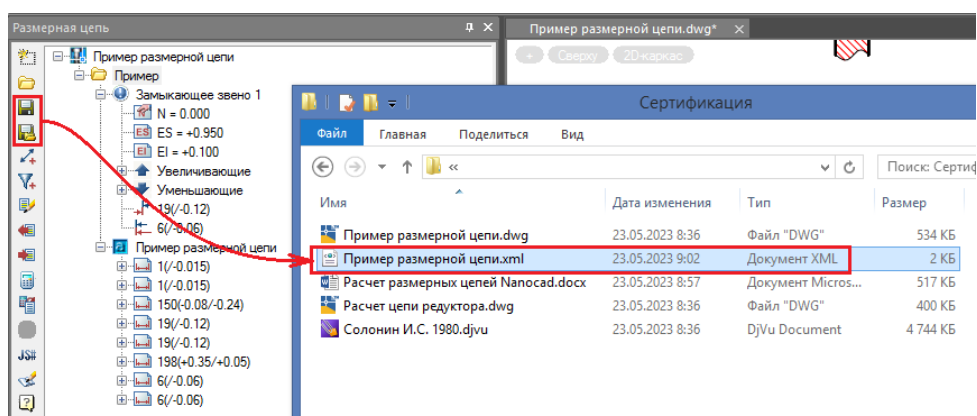


Рисунок 21 – Сохранение отчета в файл

При формировании отчета перед пользователем откроется таблица отчета, при закрытии которой пользователю будет предложено разместить ее и схему полей допусков на чертеже, как показано на рисунке 22.

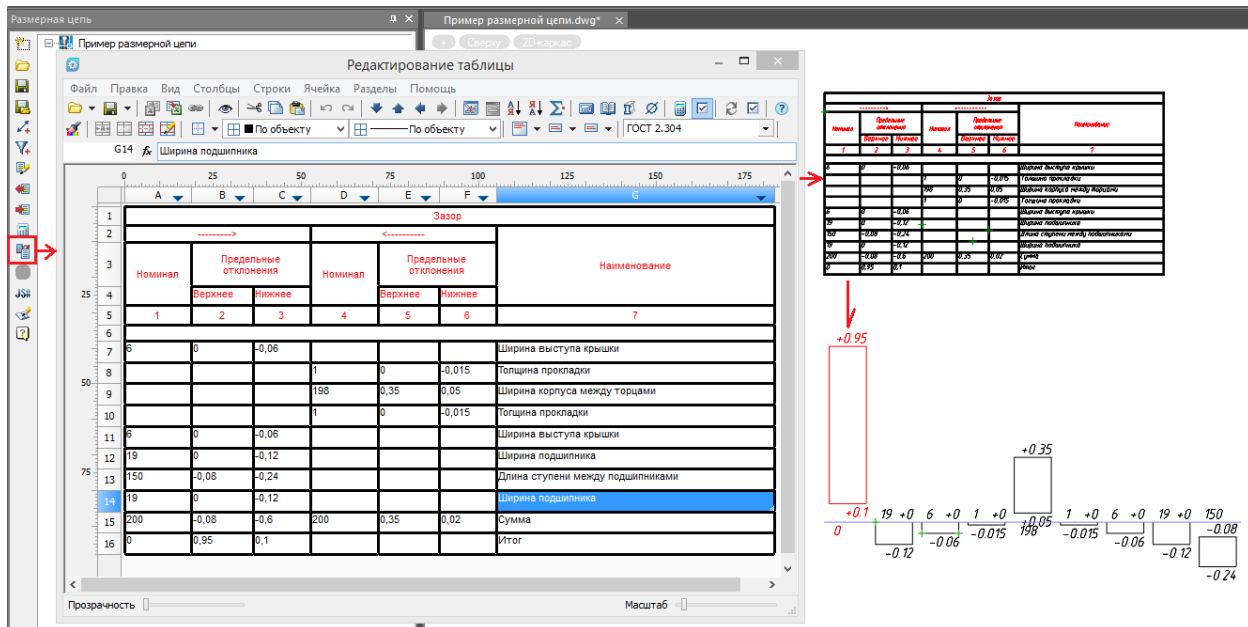


Рисунок 22 – Формирование отчета

Зазор						
Номинал	Предельные отклонения		Номинал	Предельные отклонения		Наименование
	Верхнее	Нижнее		Верхнее	Нижнее	
1	2	3	4	5	6	7
6	0	-0,06				Ширина выступа крышки
			1	0	-0,015	Толщина прокладки
			198	0,35	0,05	Ширина корпуса между торцами
			1	0	-0,015	Толщина прокладки
6	0	-0,06				Ширина выступа крышки
19	0	-0,12				Ширина подшипника
150	-0,08	-0,24				Длина ступени между подшипниками
19	0	-0,12				Ширина подшипника
200	-0,08	-0,6	200	0,35	0,02	Сумма
0	0,95	0,1				Итого

Рисунок 23 – Таблица отчета

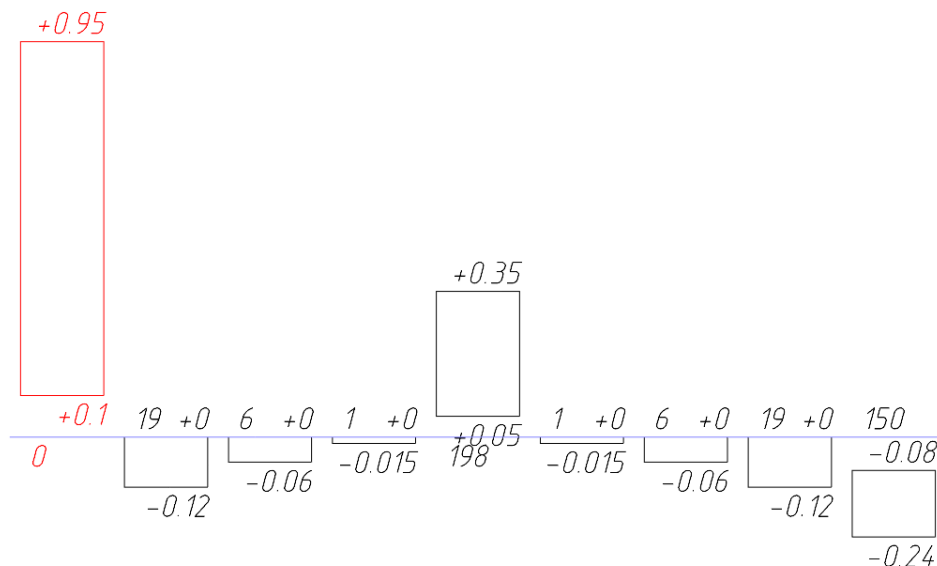
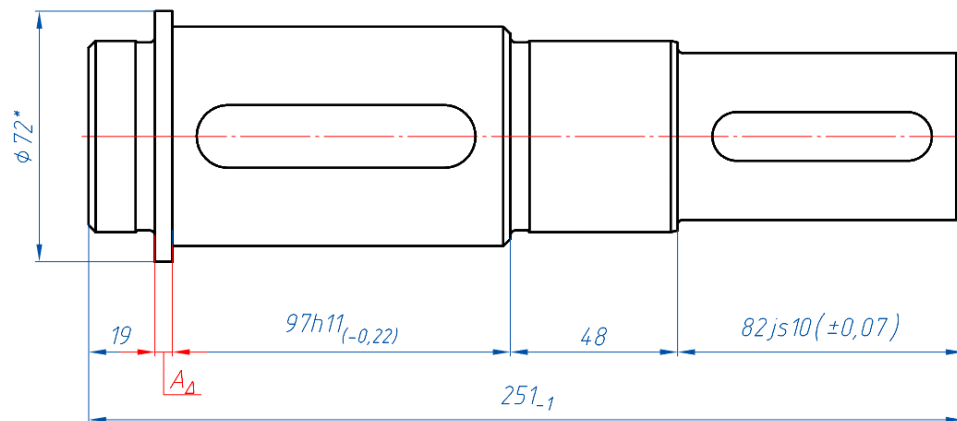


Рисунок 24 – Схема полей допусков

Из рисунка 22 видно, что при расчете цепей, в которых номинальный размер замыкающего звена равен 0 увеличивающие и уменьшающие звенья могут быть «перепутаны» местами, однако это не влияет на корректность результатов расчетов.

Задание

Выполнить расчет технологической размерной цепи, представленной ниже.



1. * Размеры для справок
2. Неуказанные предельные отклонения размеров h14; H14 ±IT14/2.

Рисунок 25 – Эскиз вала

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

11 Практическое занятие «ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ»

Цель работы: Освоение методики подготовки данных для проектирования контрольного приспособления.

Теоретическая часть

Проектированию специального контрольного приспособления должен обязательно предшествовать этап сбора, подготовки и анализа исходных данных. Поэтому к проектированию контрольного приспособления следует приступать, выполнив анализ конструкторской и технологической документации как основных источников исходных данных. Для анализа, как правило, используются следующие документы: чертеж контролируемого объекта (детали, узла), операционный эскиз контрольной операции, карта контроля и др. Кроме того, целесообразно иметь в наличии справочники или альбомы контрольных приспособлений для выбора вариантов компоновки и средств измерения.

При анализе исходных данных необходимо определить:

- вид объекта контроля (заготовка, деталь, сборочная единица);
- контролируемые параметры, их номинальные значения и допуски;
- необходимость задания конструктором на чертеже детали или узла этих параметров и требований к ним, как они влияют на работоспособность изделия в процессе эксплуатации;
- допустимую погрешность измерения;
- измерительные базы и способ обеспечения единства, конструкторских, технологических и измерительных баз;
- тип производства, который определяет степень универсальности, механизации или автоматизации контрольного приспособления;
- технологичность объекта контроля (конструктивные особенности: конфигурация поверхностей, повреждаемость или деформируе-

мость при контроле, масса, габариты и транспортабельность, особые требования к объекту контроля;

— особые требования к рабочему месту контролера и т.д.);

— существующие перспективные методы и средства контроля,

возможность и целесообразность их применения для заданного объекта.

Допустимую погрешность измерения можно определить по формуле

$$[\varepsilon_{изм}] = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{5} \right) T_K, \quad (11.1)$$

где $[\varepsilon_{изм}]$ - допустимая погрешность измерения;

T_K - допуск на контролируемый параметр.

Так же определить допустимую погрешность измерения можно на основе справочных данных, например, в табл. 11.1 и 11.2 приводятся допустимые погрешности измерений в соответствии с ГОСТ 8.051-81 для разных размеров и допусков на них.

Таблица 11.1 - Допустимые погрешности измерений для IT5 – IT10, мкм

Номинальные размеры, мм	Квалитет											
	5		6		7		8		9		10	
	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$
до 3	4	1,4	6	1,8	10	3	14	3	25	6	40	8
св. 3 до 6	5	1,6	8	2	12	3	18	4	30	8	48	10
св. 6 до 10	6	2	9	2	15	4	22	5	36	9	58	12
св. 10 до 18	8	2,8	11	3	18	5	27	7	43	10	70	14
св. 18 до 30	9	3	13	4	21	6	33	8	52	12	84	18
св. 30 до 50	11	4	16	5	25	7	39	10	62	16	100	20
св. 50 до 80	13	4	19	5	30	9	46	12	74	18	120	30
св. 80 до 120	15	5	22	6	35	10	54	12	87	20	140	30
св. 120 до 180	18	6	25	7	40	12	63	16	100	30	160	40
св. 180 до 250	20	7	29	8	46	12	72	18	115	30	185	40
св. 250 до 315	23	8	32	10	52	14	81	20	130	30	210	50
св. 315 до 400	25	9	36	10	57	16	89	24	140	40	230	50
св. 400 до 500	27	9	40	12	63	18	97	26	155	40	250	50

Таблица 11.2 - Допустимые погрешности измерений для IT11 – IT16, мкм

Номи- нальные разме- ры, мм	Квалитеты											
	11		12		13		14		15		16	
	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$	IT	$\varepsilon_{изм}$
до 3	60	12	100	20	140	30	250	50	400	80	600	120
св. 3 до 6	75	16	120	30	180	40	300	60	480	100	750	160

св. 6 до 10	90	18	150	30	220	50	360	80	580	120	900	200
св. 10 до 18	110	30	180	40	270	60	430	90	700	140	1100	240
св. 18 до 30	130	30	210	50	330	70	520	120	840	180	1300	280
св. 30 до 50	160	40	250	50	390	80	620	140	1000	200	1600	320
св. 50 до 80	190	40	300	60	460	100	740	160	1200	240	1900	400
св. 80 до 120	220	50	350	70	540	120	870	180	1400	280	2200	440
св. 120 до 180	250	50	400	80	630	140	1000	200	1600	320	2500	500
св. 180 до 250	290	60	460	100	720	160	1150	240	1850	380	2900	600
св. 250 до 315	320	70	520	120	810	180	1300	260	2100	440	3200	700
св. 315 до 400	360	80	570	120	890	180	1400	280	2300	460	3600	800
св. 400 до 500	400	80	630	140	970	200	1550	320	2500	500	4000	800

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

12 Практическое занятие «ВЫБОР ИЛИ РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ КОНТРОЛЯ»

Цель работы: Освоение методики выбора или разработки принципиальной схемы контроля.

Теоретическая часть

Схема контроля для КИП имеет аналогичное назначение, что и принципиальная схема для станочного приспособления. На ней должен быть изображен полный состав элементов КИП и связи между ними, что позволяет получить полное представление о принципах его работы.

Таким образом, схема контроля - это совокупность схемы установки контролируемого объекта и связанных с его измерительными базами средств контроля. В любом случае на схеме контроля должны быть показаны: установочные элементы, зажимные механизмы, силовые приводы, передаточные элементы (рычаги, штыри), средства измерения (индикаторы), а также вспомогательные, подвижные и неподвижные элементы.

Различные схемы контроля параметров качества продукции широко представлены в технической справочной литературе, и задача определения схемы контроля чаще всего сводится к обоснованному выбору того или иного варианта схемы, который зависит от вида контролируемого параметра и конструкции контролируемого объекта. В таблице 12.2 приведены наиболее распространенные схемы контроля различных параметров, остальные можно найти в [3] табл. 1.1, [24] с.764 - 779, [33].

При отсутствии в справочной литературе схемы контроля под требуемый конкретный параметр или группу параметров схема контроля разрабатывается путем доработки типовых схем под конкретные требования. Например, большинство схем контроля, которые приводятся в литературе, разработаны для измерения какого-либо одного параметра. Если требуется проконтролировать несколько параметров, например, биение по различным поверхностям, то рекомендуется применение таких схем, для которых возможна реализация комплексной проверки нескольких параметров с использованием одного средства измерения. Такие схемы получают на основе комбинирования нескольких типовых схем контроля.

При выборе или разработке схемы контроля обязательно учитывают схему базирования, которую нужно реализовать в контрольном приспособлении. Схема базирования

определяется комплектом измерительных баз контролируемого объекта, которые указаны на его чертеже в виде обозначенных базовых поверхностей или осей, относительно которых выполняются измерения. Например, если базой является ось отверстия, то выбирается схема установки на разжимную или коническую оправку, если плоскость, то на опоры и т. д. (Таблица 12.1).

Если возможно применение нескольких альтернативных схем для контроля, то путем сравнения выбирается одна, наиболее подходящая.

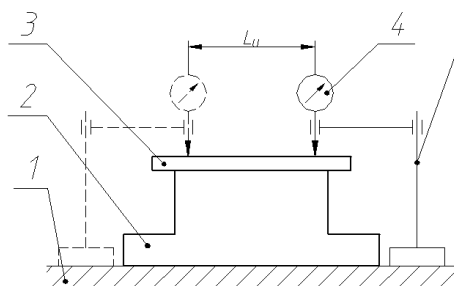
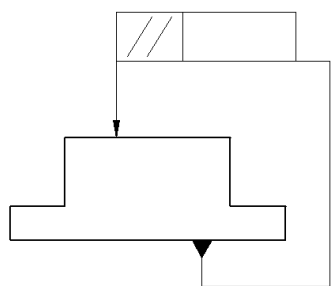
Таблица 12.1 – Рекомендации по выбору установочных элементов

Технологическая база	Поверхность базирования	Перечень рекомендуемых установочных элементов
Установочная явная	Плоскость	– опоры с плоскими, сферическими и насеченными головками; – опорные пластины; – специальные установочные элементы (штыри, пластины, кольца и др.); – плоскости столов, плит, корпусов.
Двойная направляющая явная	Поверхность отверстия	цилиндрические или шлицевые оправки с зазором.
	Наружная поверхность	– несамоцентрирующие патроны; – направляющие отверстия корпусов, втулок, гильз и т. п.
	Центровые отверстия	– жесткие упорные, вращающиеся или плавающие центры.
Двойная направляющая скрытая	Ось отверстия	– оправка с натягом; – разжимные оправки (цанговые, гидропластовые, пружинные).
	Ось наружной поверхности	– самоцентрирующие патроны (цанговые, кулачковые, гидропластовые); – центрирующие призмы тисков.
	Плоскость симметрии	– установочные призмы; – центрирующие тиски.
Направляющая явная	Плоскость, наружные поверхности	– опоры (опорные штыри) с плоскими, сферическими и насеченными головками; – опорные пластины.
	Пазы, шпонки	– направляющие шпонки, пазы.
Направляющая скрытая	Ось заготовки	– магнитные, вакуумные и электростатические плиты и патроны; – установочные призмы.
Двойная опорная явная	Поверхность отверстия	– цилиндрические или шлицевые оправки с зазором; – несамоцентрирующие патроны;

		– цилиндрические пальцы с зазором.
	Наружная поверхность	– несамоцентрирующие патроны; – направляющие отверстия корпусов, втулок, гильз и т. п.
Опорная явная	Плоскость, наружная поверхность	опоры (опорные штыри) с плоскими, сферическими и насеченными головками
	Отверстия	– цилиндрический срезанный палец; – фиксаторы (цилиндрический, шариковый).
Опорная скрытая	Поверхность трения	– реализуется зажимными элементами приспособления при закреплении заготовки.
	Ось симметрии отверстия	- разжимной срезанный палец; – плавающий конический палец
	Ось зуба или шлица	– специальный призматический, зубчатый, шариковый или шлицевой фиксатор для наружных зубьев; – специальные оправки для внутренних зубьев и шлиц.

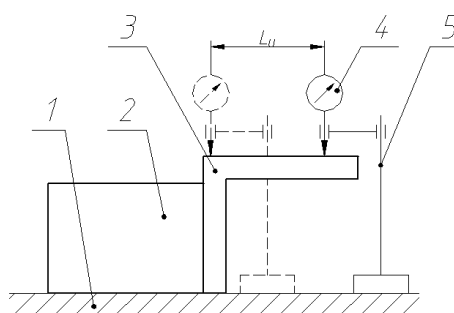
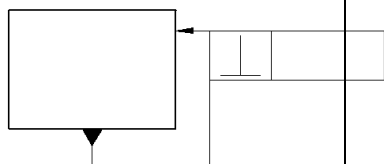
Таблица 12.2 - Примеры выполнения схем контроля

Условное обозначение на чертеже	Схема измерения	Перечень элементов
Отклонение от параллельности поверхности относительно базовой плоскости		



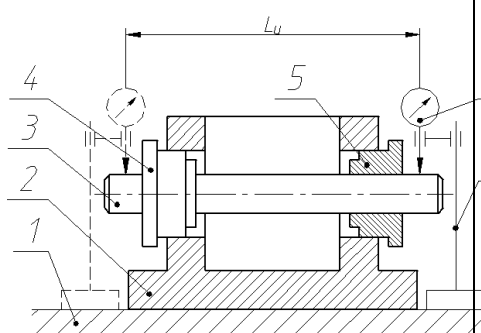
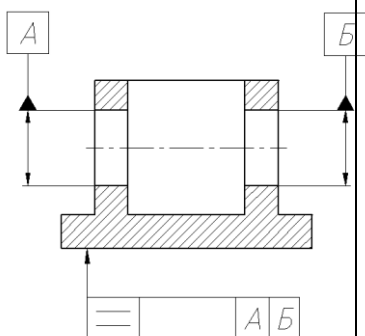
- 1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – плоскопараллельная пластина,
4 – измерительный прибор,
5 – стойка (штатив),
 L_u – длина измерения

Отклонение от перпендикулярности поверхности относительно базовой плоскости



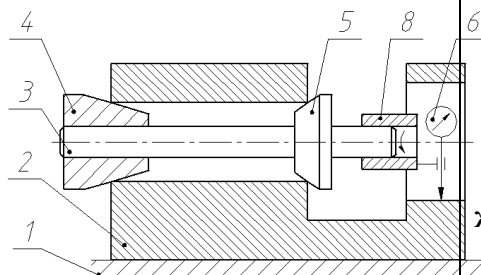
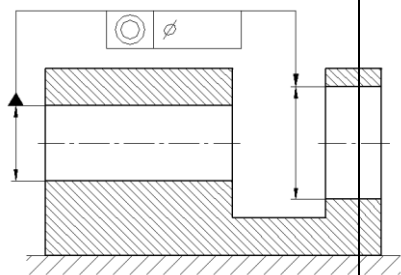
- 1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – угольник,
4 – измерительный прибор,
5 – стойка (штатив),
 L_u – длина измерения

Отклонение от параллельности общей оси отверстий относительно базовой плоскости



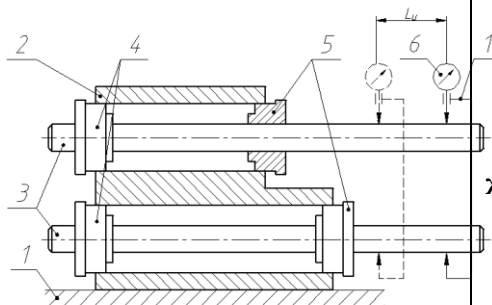
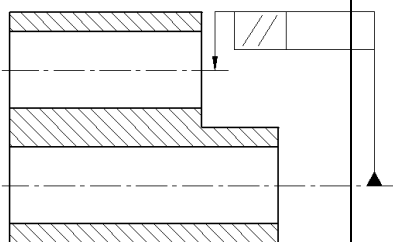
- 1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – контрольная оправка,
4 и 5 – соответствен-
но неподвижный и
подвижный ступенчатые (раз-
жимные, конические) диски,
6 – измерительный
прибор;
7 – стойка
(штатив),
 L_u – длина
измерения

Отклонение от соосности отверстия относительно базовой оси



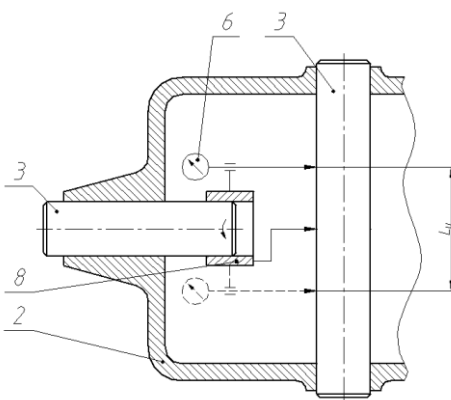
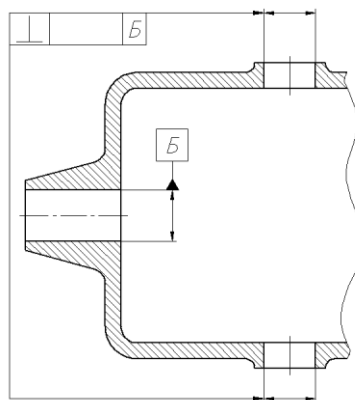
1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – контрольная оправка,
4 и 5 – соответственно неподвижный и подвижный ступенчатые (разжимные, конические) диски,
6 – измерительный прибор;
8 – вертушка

Отклонение от параллельности осей отверстий



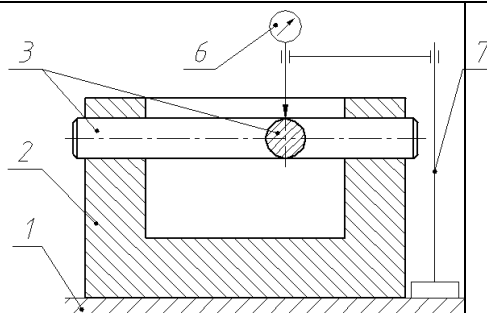
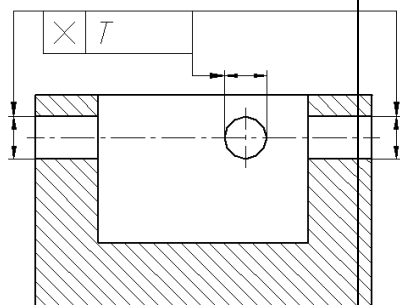
1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – контрольная оправка,
4 и 5 – соответственно неподвижный и подвижный ступенчатые (разжимные, конические) диски,
6 – измерительный прибор;
10 – индикаторная (рычажная) скоба,
 L_u – длина измерения

Отклонение от перпендикулярности осей отверстий



2 – деталь,
3 – контрольная оправка,
6 – измерительный прибор;
8 – вертушка,
 L_u – длина измерения

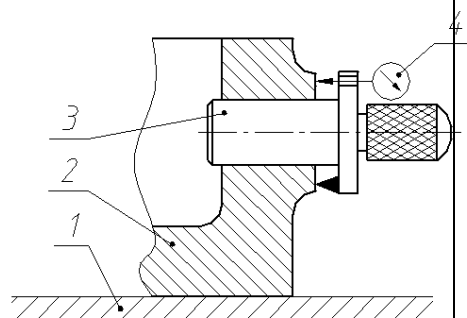
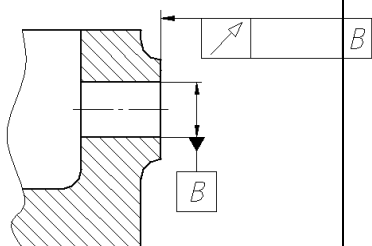
Отклонение от пересечения осей отверстий



- 1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – контрольная оправка,
6 – измерительный прибор;
7 – стойка (штатив)

Торцовое биение плоскости

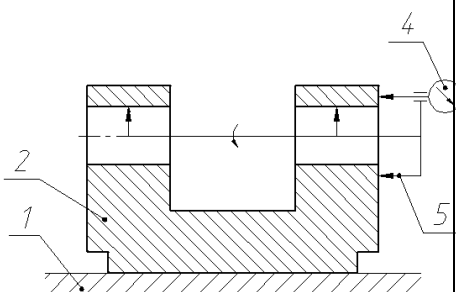
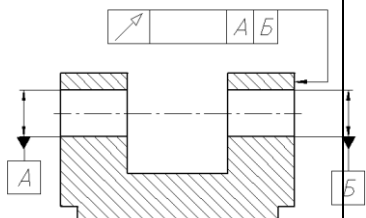
относительно оси отверстия корпусной детали



- 1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – контрольная оправка,
4 – измерительный прибор

Торцовое биение плоскости

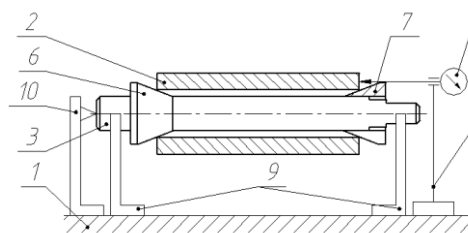
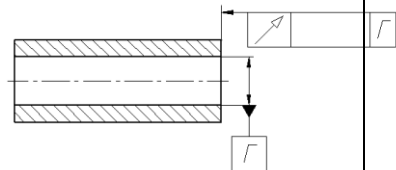
относительно общей оси отверстий корпусной детали



- 1 – поверочная плита,
2 – деталь,
4 – измерительный прибор,
5 – специальное приспособление, оснащенное внутренними призмами

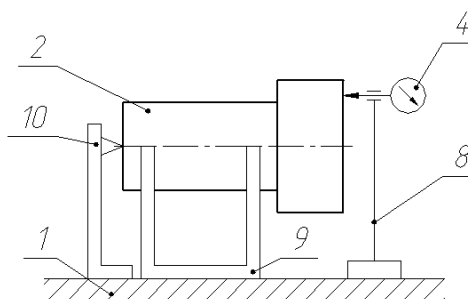
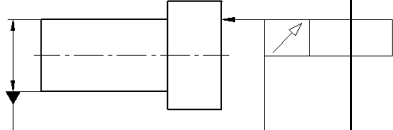
Торцовое биение плоскости

относительно оси отверстия втулки



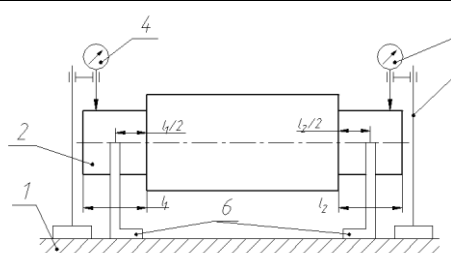
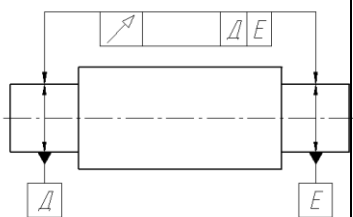
1 – поверочная плита,
2 – деталь,
3 – контрольная оправка,
4 – измерительный прибор, 6 и 7 – соответственно неподвижный и подвижный конические диски,
8 – стойка (штатив),
9 – призмы,
10 – упор (опора)

Торцовое биение плоскости относительно оси шейки вала



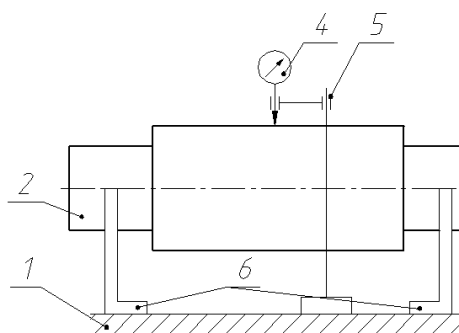
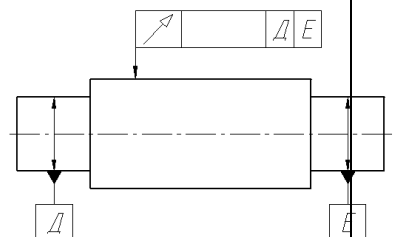
1 – поверочная плита,
2 – деталь,
4 – измерительный прибор,
8 – стойка (штатив),
9 – призмы,
10 – упор (опора)

Биение шеек вала относительно их общей оси



1 – поверочная плита,
2 – деталь,
4 – измерительный прибор,
5 – стойка (штатив),
6 – призмы,
 l_1 и l_2 – длина шеек

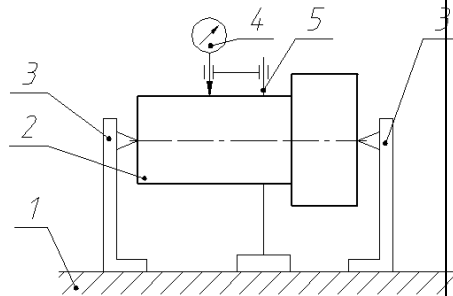
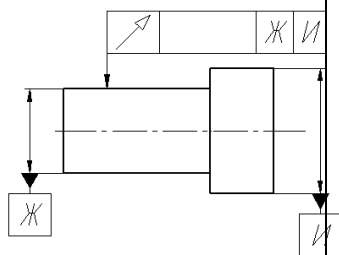
Биение поверхности вала относительно общей оси шеек



1 – поверочная плита,
2 – деталь,
4 – измерительный прибор,
5 – стойка (штатив),
6 – призмы

Биение поверхности вала

относительно оси центровых отверстий



- 1 – поверочная плита,
- 2 – деталь,
- 3 – центры,
- 4 – измерительный прибор,
- 5 – стойка (штатив)

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как определить допускаемую погрешность контрольного приспособления?

2. Как обеспечивается совпадение в КИП совпадение конструкторской и измерительной баз?

3. Как обеспечивается физическая реализация баз, представленных в схемах контроля таблицы 12.2?

4. Выбрать схему контроля с использованием таблицы 12.2 для индивидуальной детали, которая разрабатывается в ВКР.

5. На основании изложенной в теоретической части методики расчета выбрать:

- измерительные базы и способ обеспечения единства, конструкторских, технологических и измерительных баз;

- тип производства, в котором предполагается эксплуатация контрольного приспособления;

- технологичность объекта контроля (конструктивные особенности: конфигурация поверхностей, повреждаемость или деформируемость при контроле, масса, габариты и транспортабельность, особые требования к объекту контроля, особые требования к рабочему месту контролера и т.д.);

6. Оформить отчет по работе в виде схемы КИП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

13 Практическое занятие РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ КИП

Цель работы: изучение методики разработки компоновки КИП.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Компоновка КИП выполняется на основе имеющейся принципиальной схемы, отличается от неё большей детализацией и является упрощённым вариантом сборочного чертежа КИП. Основная цель её разработки – подобрать элементы конструкции приспособления в соответствии с принципиальной схемой и связать их в цельный наиболее целесообразный механизм. Разработка компоновки сводится к последовательному вычерчиванию элементов контрольного приспособления и измерительных устройств вокруг контура контролируемой детали. Вначале вычерчиваются установочные элементы, далее наносят детали зажимных устройств, затем идут измерительные и вспомогательные устройства. Последним изображается корпус, обычно в виде плиты, на которой закрепляются все остальные детали КИП, и которая имеет элементы для установки на контрольном столе (ножки) и элементы для переноса приспособления (ручки). При вычерчивании общего вида контрольного приспособления необходимо задать посадки во всех сопряжениях и различные технические требования к конструкции.

Таблица 13.1 - Требования к точности изготовления некоторых элементов КИП

Типы установочных или установочно-зажимных элементов	Параметр точности контрольных приспособлений	Допустимое отклонение, мм	
		для нового приспособления	в условиях эксплуатации
Центры жесткие	Отклонение от соосности	$\frac{0,003 \dots 0,005}{150}$	$\frac{0,008}{150}$

Центры вращающиеся	Отклонение от соосности	$\frac{0,005 \dots 0,008}{150}$	$\frac{0,01}{150}$
Оправки центровые	Радиальное биение посадочной по- верхности относи- тельно оси центров	0,003 ... 0,007	0,010 ... 0,015
	Торцевое биение относительно оси центров	$\frac{0,005 \dots 0,008}{R}$	$\frac{0,010 \dots 0,020}{R}$
Мембранные па- троны	Радиальное биение	0,005 ... 0,01	0,015
	Торцевое биение	$\frac{0,01 \dots 0,015}{R}$	$\frac{0,020 \dots 0,025}{R}$
Цанговые патро- ны и оправки	Радиальное биение	0,010 ... 0,015	0,02
Оправки с та- рельчатыми пружинами	Радиальное биение	0,010 ... 0,020	0,03
Гидропластовые оправки	Радиальное биение	0,005 ... 0,010	0,015
Оправки с гоф- рированными втулками	Радиальное биение	0,003	0,005
Оправки с шариками	Радиальное биение	0,010 ... 0,015	0,02
	Торцевое биение	0,015 ... 0,020	0,025

Рекомендации по выполнению сборочных чертежей контрольных приспособлений.

Сборочные чертежи контрольных приспособлений также как и сборочные чертежи станочных приспособлений должны соответствовать всем требованиям, предъявляемым к сборочным чертежам. Однако имеется ряд дополнительных рекомендаций и требований, учитывающих специфику контрольных приспособлений:

Контрольное приспособление на сборочном чертеже представляют в ра-

бочем положении в процессе контроля с закрепленной деталью. Его рекомендуется изображать в масштабе 1:1. Только в случае крупно-габаритного приспособления допускается применение масштаба с уменьшающим коэффициентом.

Деталь показывается условным контуром тонкими линиями, она считается прозрачной и не штрихуется на разрезах и сечениях. Допустимо выделять деталь цветом (рекомендуется синим).

На сборочном чертеже контрольного приспособления обязательно показывается используемое средство измерения в рабочем положении в момент измерения.

Должны быть показаны габаритные, установочные, присоединительные и справочные размеры. Обязательно показывают *контрольные* и *координирующие* размеры с допусками, характеризующие точность взаимного расположения тех элементов приспособления, которые определяют точность измерения. Также показывают размеры тех сопряжений, от которых точность измерения не зависит. Допуски на эти размеры определяют в зависимости от назначения механизма, а также характера и условий работы рассматриваемого сопряжения.

Аналогично станочному приспособлению показывают допуски на взаимную параллельность, перпендикулярность, плоскостность установочных поверхностей и осей центрирующих элементов приспособления. Приводят посадки, размеры и технические требования, участвующие в расчетах приспособления на точность.

Над основной надписью сборочного чертежа контрольного приспособления приводят описание его служебного назначения, технические характеристики и, *при необходимости*, технические требования.

Служебное назначение

*Приспособление предназначено для контроля торцевого и радиального биения детали относительно поверхности шлиц
Допуск на торцевое биение 0,05 мм, на радиальное биение 0,02 мм*

Технические характеристики

- 1 Сила закрепления детали в приспособлении 24 Н*
- 2 Погрешность измерения приспособления:
по радиальному биению не более 0,010 мм,
по торцевому биению не более 0,018 мм*
- 3 Погрешность измерения индикаторов 0,0072 мм*

Технические требования

- 1 *Размеры для справок*
- 2 **Размер 140_{-0,04} выдержать при помощи прокладок поз. 25*
- 3 Соосность деталей поз. 6 и 7 проверить эталонной деталью*
- 4 Полости подшипников заполнить смазкой Литол-24 ГОСТ 21150-75*
- 5 Окончательное стопорение гаек поз. 19 и 22 шайбами поз. 23 и 24 производить после сборки*
- 6 Момент на ключе при затяжке болтов поз. 16 – 45 Н/м*

Рис. 4.4. Пример выполнения раздела «Служебное назначение», «Технические характеристики» и «Технические требования» сборочного чертежа контрольного приспособления

В разделе «Служебное назначение» следует указать, какие параметры детали контролируются с помощью приспособления и их значения с допусками.

В разделе «Технические характеристики» приводится сила закрепления детали в приспособлении (при использовании зажимных механизмов), его точностные характеристики (погрешность измерения приспособления в направлении контролируемых параметров), а также характеристики, обусловленные конструкцией контрольного приспособления.

В разделе «Технические требования» указываются требования по настройке, регулировке и сборке приспособления, параметры, участвующие в точностных расчетах и другие требования.

Рекомендуется следующий порядок вычерчивания элементов контроль-

но-измерительных приспособлений: вначале вычерчиваются в необходимом количестве базирующие элементы (опорные плиты, опоры, пальцы, оправки, центры, призмы и т. д.), затем изображают детали зажимных устройств (при их наличии), далее идут измерительные устройства и вспомогательные элементы (передаточные механизмы, узлы крепления измерительных устройств, механизмы для вращения контролируемых деталей, стойки, бабки и т. д.), последними вычерчиваются контуры корпуса приспособления.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое базирование, закрепление заготовки в приспособлении?
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»?
8. Изучить методику определения погрешности базирования при установке заготовки на призму, на два пальца, по плоскости, торцу и отверстию, .
9. По индивидуальному варианту задания определить погрешность базирования заготовки.
10. Оформить отчет о работе и сделать выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

14 Практическое занятие РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Цель работы: изучение методики расчета калибров для цилиндрических соединений.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При расчете КИП на точность определяют его суммарную погрешность измерения $\varepsilon_{изм}$, состоящую из систематических и случайных погрешностей, по следующей формуле:

$$\varepsilon_{изм} = \varepsilon_{иу} + \varepsilon_{ип} + \varepsilon_{им} + \sqrt{\varepsilon_{нб}^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{ис}^2 + \varepsilon_{зп}^2 + \varepsilon_{си}^2 + \varepsilon_{др}^2},$$

где $\varepsilon_{иу}$ – систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления установочных элементов и неточностью их расположения на корпусе контрольно-измерительного приспособления при его сборке;

$\varepsilon_{ип}$ – систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления передаточных элементов, рычагов, штифтов, стержней и др.;

$\varepsilon_{им}$ – систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления установочных мер и эталонных деталей, используемых для настройки средств измерения на контролируемый параметр (при их использовании);

$\varepsilon_{нб}$ – погрешность, вызванная несовмещением измерительной базы с технологической базой (в приспособлениях для межоперационного контроля) или конструкторской базой (в приспособлениях для окончательного контроля);

$\varepsilon_з$ – погрешность, возникающая в результате закрепления контролируемого объекта, вследствие его возможной деформации (не учитывается, если деталь жесткая, а силы закрепления небольшие или отсутствуют);

$\varepsilon_{ис}$ – погрешность, зависящая от измерительной силы, возникает в результате смещения измерительной базы детали от заданного положения в процессе измерения, имеет случайный характер (учитывается только для высоко-

точных измерений или при контроле нежестких деталей);

$\varepsilon_{зп}$ – погрешность, возникающая по причине зазоров между осями рычагов передаточных устройств (при их наличии);

$\varepsilon_{си}$ – погрешность используемого средства измерений;

$\varepsilon_{др}$ – другие погрешности, вызванные действием случайных факторов при выполнении контроля. К ним относятся: погрешность базирования детали, погрешность из-за износа элементов приспособления и их температурных деформаций, погрешность, связанная с квалификацией контролера, погрешность отклонения деталей или эталонов от правильной геометрической формы (при их использовании) и др. Вклад этих погрешностей по отдельности незначителен, однако в сумме они могут повлиять на точность контроля. В учебных целях в расчетах для данной категории погрешностей выделяют часть допуска на контролируемый параметр, так для контрольных приспособлений можно принять $\varepsilon_{др} = (0,03 - 0,05)T_K$.

Для того чтобы контрольно-измерительное приспособление было признано годным для контроля некоторого параметра (размера, формы, отклонения от перпендикулярности, параллельности и т. д.), необходимо,

чтобы соблюдалось следующее условие

$$\varepsilon_{\text{изм}} \leq [\varepsilon_{\text{изм}}].$$

При несоблюдении данного условия следует изменить конструкцию приспособления с целью уменьшения отдельных составляющих суммарной погрешности измерения. Можно ужесточить требования к изготовлению деталей и к сборке КИП, ужесточить требования к изготовлению эталонов, выбрать другое средство измерений или отказаться от выбранной схемы контроля в пользу другой. Последнее особенно актуально, если в приспособлении измерительная база не совмещена с требуемой базой (конструкторской или технологической).

Если в приспособлении выполняется контроль нескольких параметров, то расчет с проверкой пригодности должен выполняться по каждому из них.

Погрешность из-за неточности установочных элементов и их расположения на корпусе КИП при сборке.

Погрешностей взаимного расположения поверхностей, контролируемых деталей составляет 0,01 – 0,03 мм. Нередко даже малые погрешности изготовления установочных узлов контрольных приспособлений имеют существенное значение, поэтому рабочие поверхности установочных узлов изготавливают с допусками 0,001 – 0,005 мм, а по расположению поверхностей выдерживают следующие требования: непараллельность и перпендикулярность не выше 0,01 мм на длине 100 мм, смещение от номинального положения не выше $\pm 0,003$ мм.

Эти требования должны быть отмечены на компоновке КИП, а в последствии на его сборочном чертеже в виде технических требований. Действительные отклонения в размерах установочных элементов являются величинами постоянными и могут быть определены после изготовления и аттестации контрольного приспособления.

Расчет погрешности передаточных устройств

В контрольных приспособлениях измерительные наконечники стержней индикаторов и других измерительных средств часто не соприкасаются с поверхностями контролируемых деталей, так как не всегда можно подвести стержень индикатора непосредственно к детали. В этих случаях между ними используются передаточные устройства в виде рычажной или прямой передачи. Передачи играют роль буферов, предохраняя механизмы индикаторов от быстрого износа и резких толчков при работе.

В контрольных приспособлениях разнообразие рычажных и прямых передач обусловлено конструктивной необходимостью, а также рядом других причин:

- необходимостью обеспечения в передачах удовлетворительного порога чувствительности;
- стремлением уменьшить погрешность передаточных звеньев и предельную погрешность передачи;
- повышением износостойкости передачи.

Вследствие неточности линейных и угловых размеров рычагов могут возникать погрешности в запроектированном передаточном отношении рычажных передач. Такие погрешности связаны с допусками на выполнение длин плеч и на их угловое расположение. Погрешности в передачах возникают также вследствие непропорциональности между линейным перемещением измерительного стержня индикатора и угловым перемещением рычага.

В общем случае погрешность передаточных устройств контрольного приспособления состоит из погрешности $\varepsilon_{ип}$, вызванной неточностью изготовления передаточных элементов, и погрешности $\varepsilon_{зп}$, возникающей по причине зазоров между осями рычагов.

Погрешность, вызванная неточностью изготовления передаточных элементов (рычагов) равна сумме составляющих погрешностей

$$\varepsilon_{\text{ип}} = \Delta_{\text{рд}} + \Delta_{\text{ру}} + \Delta_{\text{рн}} + \Delta_{\text{рк}} + \Delta_{\text{рп}},$$

где $\Delta_{\text{рд}}$ – погрешность от неточности изготовления длин плеч рычагов;

$\Delta_{\text{ру}}$ – погрешность от неточности изготовления угла плеч рычагов;

$\Delta_{\text{рн}}$ – погрешность от непропорциональности перемещения рычагов;

$\Delta_{\text{рк}}$ – погрешность от смещения точки контакта рычагов;

$\Delta_{\text{рп}}$ – погрешность в прямых передачах (при их наличии).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

15 Практическое занятие РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНЫХ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ РАБОЧИХ И КОНТРОЛЬНЫХ КАЛИБРОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ ПОСАДКУ

Цель работы: изучение методики расчета калибров для цилиндрических соединений.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В массовом и крупносерийном производстве размеры деталей проверяют с помощью особых инструментов – калибров. Калибрами называют бесшкальные инструменты, предназначенные для проверки правильности выполнения размеров, геометрической формы изделий, взаимного расположения поверхностей. Калибр определяет не численное значение действительного размера изделия, а его годность по контролируемому размеру. Таким образом, с помощью калибра можно установить: находится ли действительный размер, а также формы и расположение поверхностей изделия в пределах назначенных допусков.

По технологическому назначению калибры делятся на рабочие и контрольные. Рабочими предельными калибрами контролируется детали в процессе изготовления. Контрольные калибры предназначены для контроля и регулировки рабочих калибров-скоб. Рабочий предельные калибры (проходной и непроходной) позволяют установить, находится ли проверяемый размер в пределах поля допуска. При этом действительные размеры отверстий контролируются калибрами-пробками (Рисунок 15.1, а), а размеры валов-калибров-скобами (Рисунок 15.1, б). Деталь считается

годной, если она проходит в проходной калибр (Р-ПР) и не проходит в непроходной калибр (Р-НЕ).

Предельные калибры могут применяться, если проверяемые размеры имеют допуск не точнее 6-го квалитета.

Контрольные калибры: К-ПР (контркалибр для проверки новых рабочих проходных скоб; К-НЕ (контркалибр для проверки новых рабочих непроходных скоб; К-И (контркалибр для проверки износа рабочих проходных скоб. Эти контрольные калибры являются проходными. Контрольные калибры выполняются в виде шайб. Для калибров-пробок контрольные калибры не предусмотрены. Контроль пробок просто и точно можно выполнить универсальными измерительными приборами, например, микрокатером или оптиметром.

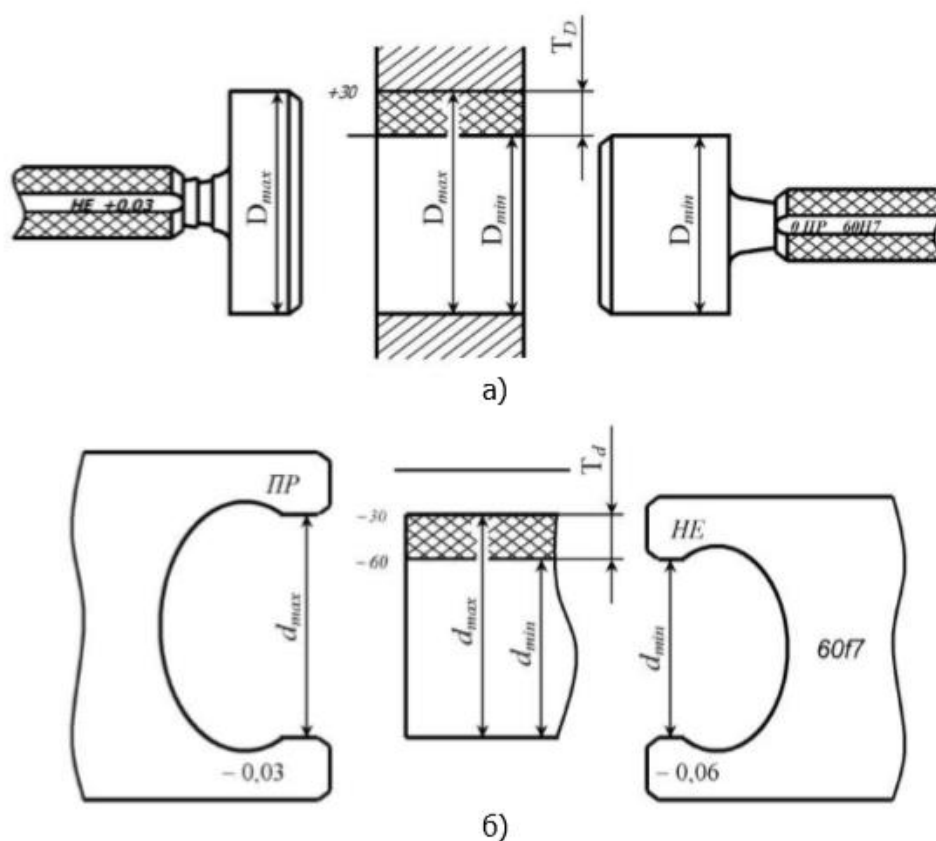


Рисунок 15.1 – Схема контроля деталей предельными калибрами

Конструкции калибров-пробок определены ГОСТами 14807 + 14827, 17736 + 17742. Конструкции калибров-скоб регламентированы ГОСТами 18355 + 18367.

Вставки и насадки калибров-пробок могут быть изготовлены из легированных сталей Х или ШХ-15. Допускается изготовление вставок и насадок из стали У10А или У12А для калибров всех видов, кроме неполных калибров-пробок, получаемых штамповкой, а также из стали 15 или 20 для калибров диаметром более 10 мм.

При проектировании калибров необходимо рассчитать их исполнительные размеры в соответствии с ГОСТ 24853-81. На рисунке 15.2 приведены схемы расположения полей допусков калибров, в соответствии с которым составляются расчетные формулы.

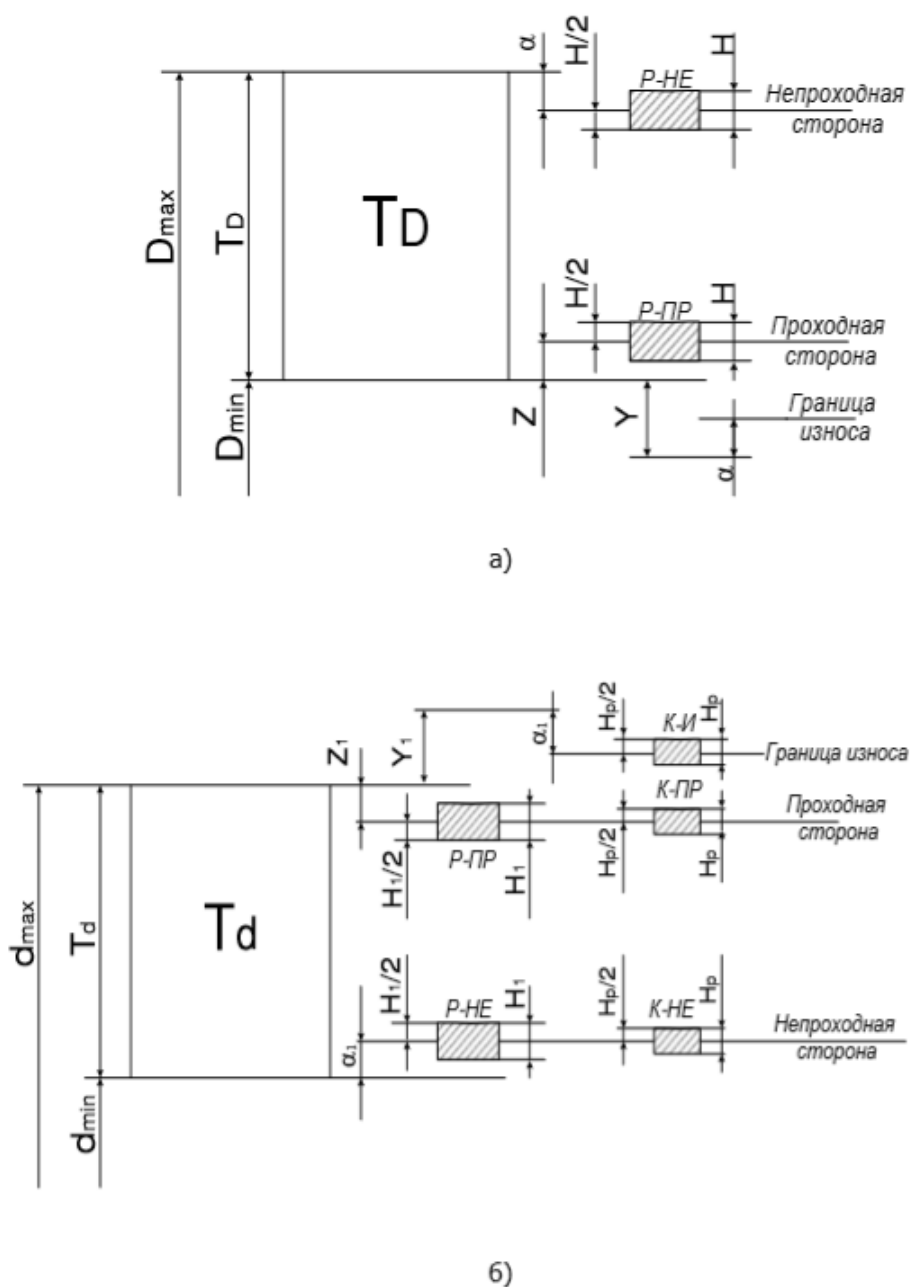


Рисунок 15.2 – Схемы расположения полей допусков калибров: а) для калибра пробки; б) для калибра-скобы и контрольных калибров

В соответствии со схемами (Рисунок 15.2) расчетные формулы имеют вид:

Для калибра – пробки:

$$P - PP_{\max} = D_{\min} + z + \frac{H}{2} \quad (15.1)$$

$$P - PP_{\min} = D_{\min} + z - \frac{H}{2} \quad (15.2)$$

$$P - PP_{\text{изн}} = D_{\min} - y + \alpha \quad (15.3)$$

$$P - HE_{\max} = D_{\max} - \alpha + \frac{H}{2} \quad (15.4)$$

$$P - HE_{\min} = D_{\max} - \alpha - \frac{H}{2} \quad (15.5)$$

Для калибра – скобы:

$$P - PP_{\max} = d_{\max} - z_1 + \frac{H_1}{2} \quad (15.6)$$

$$P - PP_{\min} = d_{\max} - z_1 - \frac{H_1}{2} \quad (15.7)$$

$$P - PP_{\text{изн}} = d_{\max} + y_1 - \alpha_1 \quad (15.8)$$

$$P - HE_{\max} = d_{\min} + \alpha_1 + \frac{H_1}{2} \quad (15.9)$$

$$P - HE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - \frac{H_1}{2} \quad (15.10)$$

Для контрольных калибров:

$$K - И_{\max} = d_{\max} + y_1 - \alpha_1 + \frac{H_p}{2} \quad (15.11)$$

$$K - И_{\min} = d_{\max} + y_1 - \alpha_1 - \frac{H_p}{2} \quad (15.12)$$

$$K - PP_{\max} = d_{\max} - z_1 + \frac{H_p}{2} \quad (15.13)$$

$$K - PP_{\min} = d_{\max} - z_1 - \frac{H_p}{2} \quad (15.14)$$

$$K - HE_{\max} = d_{\min} + \alpha_1 + \frac{H_p}{2} \quad (15.15)$$

$$K - HE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - \frac{H_p}{2} \quad (15.16)$$

Здесь H , H_1 , H_p - допуски на изготовление соответственно калибров пробок, скоб и контрольных калибров;

z , z_1 - величина смещения поля допуска проходного калибра пробки и скобы, соответственно в поле допуска на деталь для исключения возможности неправильного контроля;

y , y_1 - величина, устанавливающая границу износа для пробки и скобы соответственно;

a , a_1 - величина, компенсирующая погрешности формы, температурные деформации, неравномерность усилия для пробок и скоб, соответственно, с размерами свыше 180 мм.

Значения параметров калибров, обозначенных на схемах и в формулах, приведены в таблице 15.1.

Таблица 15.1 – Допуски и отклонения калибров

Квалитет	Обозначение	Интервалы размеров, мм												
		до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
6	z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5		4	5	6	7	8
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	5	6	7
	a, a_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5
	z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5	6	6	7
	H, H_s	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_p	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
7	z, z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	y, y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6	7	8	9
	a, a_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	6	7
	H, H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_s	-	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	H_p	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
8	z, z_1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18

Квалитет	Обозначение	Интервалы размеров, мм												
		до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
	y, y ₁	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H ₁	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H _s , H _p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
9	z, z ₁	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32
	y, y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H ₁	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H _s , H _p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
10	z, z ₁	5	6	7	8	9	11	13	15	18	24	27	32	37
	y, y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	11	14
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H ₁	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H _s , H _p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
11	z, z ₁	10	12	14	18	19	22	25	28	32	40	45	50	55
	y, y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	15	20
	H, H ₁	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H _s	-	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H _p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
12	z, z ₁	10	12	14	16	19	22	25	28	32	45	50	65	70
	y, y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20	30	35
	H, H ₁	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H _s	-	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H _p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
13	z, z ₁	20	24	28	32	36	42	48	54	60	80	90	100	110
	y, y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	45	55
	H	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H ₁	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40

Квалитет	Обозначение	Интервалы размеров, мм												
		до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
	H _s , H _p	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
14	z, z ₁	20	24	28	32	36	52	48	54	60	100	110	125	145
	y, y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	55	70	90
	H, H ₁	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H _s	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	H _p	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
15	z, z ₁	40	48	56	64	72	80	90	100	110	170	190	210	240
	y, y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a, a ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	90	110	110
	H, H ₁	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H _s	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	H _p	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15

При назначении исполнительных размеров их проставляют так, чтобы допуск на изготовление был направлен в материал калибра:

для пробок исполнительные размеры: $P\text{-}ПП \text{ max}_{-H}$, $P\text{-}НЕ \text{ max}_{-H}$;

для скоб исполнительные размеры: $P\text{-}ПП \text{ max}^{+H}$, $P\text{-}НЕ \text{ max}^{+H}$;

для контрольных калибров: $K\text{-}И \text{ max}_{-H_p}$, $K\text{-}ПП \text{ max}_{-H_p}$, $K\text{-}НЕ \text{ max}_{-H_p}$.

Стандартами предусмотрены различные конструкция и исполнение калибров. В стандарте приведены некоторые конструктивные исполнения калибров в зависимости от номинальных значений контролируемых размеров.

Пример решения задачи

Задача. Рассчитать предельные и исполнительные размеры рабочих и контрольных калибров для деталей, образующих посадку

$$\varnothing 9 \frac{H7}{h6} \left(\begin{array}{c} +0,015 \\ -0,009 \end{array} \right).$$

Решение.

Выбираем по стандарту допуски и отклонения калибра-пробки:

$H = 2,5$ мкм; $z = 2$ мкм; $y = 1,5$ мкм; $a = 0$ мкм.

Рассчитываем предельные размеры калибра-пробки:

- проходная сторона

$$P-PP_{\max} = D_{\min} + z + \frac{H}{2} = 9 + 0.002 + \frac{0.0025}{2} = 9,00325 \text{ (мм)};$$

$$P-PP_{\min} = D_{\min} + z - \frac{H}{2} = 9 + 0.002 - \frac{0.0025}{2} = 9,00075 \text{ (мм)};$$

$$P-PP_{\text{изн}} = D_{\min} - y + \alpha = 9 - 0.002 = 8,998 \text{ (мм)};$$

- непроходная сторона

$$P-HE_{\max} = D_{\max} - \alpha + \frac{H}{2} = 9,015 + \frac{0.0025}{2} = 9,01625 \text{ (мм)};$$

$$P-HE_{\min} = D_{\max} - \alpha - \frac{H}{2} = 9,015 - \frac{0.0025}{2} = 9,01625 \text{ (мм)};$$

Назначаются исполнительные размеры калибра-пробки:

- для начала проходной стороны $P-PP_{\max-H} - 9,00325_{-0,0025}$ мм.

- для начала непроходной стороны $P-HE_{\max-H} - 9,01625_{-0,0025}$ мм.

Выбираются по стандарту допуски и отклонения калибра-скобы и контрольных калибров:

$H_1 = 2,5$ мкм; $z_1 = 2$ мкм; $y_1 = 1,5$ мкм; $a_1 = 0$ мкм; $H_p = 1$ мкм.

Рассчитываем предельные размеры калибра-скобы:

- проходная сторона

$$P-PP_{\max} = d_{\max} - z_1 + \frac{H_1}{2} = 9 - 0.002 + \frac{0.0025}{2} = 8,99925 \text{ (мм)};$$

$$P-PP_{\max} = d_{\max} - z_1 - \frac{H_1}{2} = 9 - 0.002 - \frac{0.0025}{2} = 8,99675 \text{ (мм)};$$

$$P-PP_{\text{изн}} = d_{\max} + y_1 - \alpha_1 = 9 + 0.002 = 9,002 \text{ (мм)};$$

- непроходная сторона

$$P-HE_{\max} = d_{\min} + \alpha_1 + \frac{H_1}{2} = 8,991 + \frac{0.0025}{2} = 8,99225 \text{ (мм)};$$

$$P-HE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - \frac{H_1}{2} = 8,991 - \frac{0.0025}{2} = 8,98975 \text{ (мм)};$$

Назначаются исполнительные размеры контрольных калибров:

- для проходной стороны $P-PP_{\max}^{+H_1} - 8,99675^{+0,0025}$ (мм);

- для непроходной стороны $P-HE_{\max}^{+H_1} - 8,98975^{+0,0025}$ (мм);

Рассчитываются предельные размеры контрольных калибров:

- для контроля и настройки проходной скобы на износ

$$K-II_{\max} = d_{\max} - y_1 - \alpha_1 + \frac{H_p}{2} = 9 + 0.0015 + \frac{0.001}{2} = 9.002 \text{ (мм)};$$

$$K-II_{\min} = d_{\max} - y_1 - \alpha_1 - \frac{H_p}{2} = 9 + 0.0015 - \frac{0.001}{2} = 9.001 \text{ (мм)};$$

- для контроля и настройки непроходной скобы

$$K-HE_{\max} = d_{\max} + \alpha_1 + \frac{H_p}{2} = 8,991 + \frac{0.001}{2} = 8,9915 \text{ (мм)};$$

$$K-HE_{\min} = d_{\max} + \alpha_1 - \frac{H_p}{2} = 8,991 - \frac{0.001}{2} = 8,9905 \text{ (мм)};$$

Назначаются исполнительные размеры контрольных калибров:

- калибра износа $K-II_{\max.\text{Нр}} - 9,002_{-0.001}$ мм;

- проходного $K-PP_{\max.\text{Нр}} - 8,9985_{-0.001}$ мм;

- непроходного $K-HE_{\max.\text{Нр}} - 8,9915_{-0.001}$ мм.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Для чего предназначены гладкие предельные калибры?

2. Как применяются рабочие и контрольные калибры?
3. Что такое «проходной» и «непроходной» калибры?
4. Какими калибрами контролируются: а) отверстия; б) валы; в) рабочие калибры-скобы?
5. Как с помощью калибров проверить годность детали: а) отверстия; б) вала?
6. Как определить исправимый и неисправимый брак детали при контроле калибрами?
7. В каких пределах должен находиться действительный размер нового рабочего калибра?
8. В каких пределах должен находиться действительный размер рабочего калибра при его эксплуатации?
9. С какой целью устанавливается граница износа?
10. По какому принципу назначаются исполнительные размеры калибров-пробок и калибров-скоб?
11. Рассчитайте исполнительные размеры калибров, предназначенных для контроля деталей, входящих в соединения, образованные полями допусков, указанными в таблице 15.2.

Таблица 15.2 – Поля допусков деталей для образования посадок

Номер			1 2	3	4	5	6	7 8 9			10	11	12	
			Поле допуска основного отверстия											
варианта			H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17
i	Диаметр вала, мм	2	h6	p7	k7	g8	f9	s9	k11	n12	d12	h15	k15	e16
2		10	d7	s6	f8	r8	e10	a10	p10	e12	p14	g16	n14	u17
3		8	k8	u6	c9	d7	h10	u9	c12	t11	b13	s14	p15	f15
4		50	p6	a7	d8	t7	p9	t9	g10	h14	r12	c15	t16	r16
5		35	r7	e7	p7	a9	g9	r10	s12	c12	u14	f14	b16	s17
6		180	f7	h8	e7	u9	s9	h11	b11	p11	g13	d14	r17	g17
7		120	e8	t6	r9	h9	d8	e11	r12	f11	e14	k16	u15	c16
8		85	u7	c7	m8	p7	u8	k10	d12	s14	c13	p15	h14	t15
9		63	m7	d8	s9	m8	c10	p10	u11	b12	t15	k14	n15	h15
10		250	t6	f8	h9	k8	a10	g12	h10	r14	h13	b14	s17	d16

11	125	g8	g6	t7	f9	r9	f12	t10	g13	k14	n15	g14	b17
12	18	n7	js7	n8	e9	n8	d10	n11	k13	f15	u15	f16	p17

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

16 Практическое занятие КАЛИБРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Цель работы: изучение методики расчета калибров для контроля расположения поверхностей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При необходимости контроля расположения поверхностей группы конструктивных элементов детали, пример которых представлен на рисунке 16.1, в производственных условиях могут применяться различные измерительные инструменты, но наибольшее распространение получили комплексные калибры, позволяющие организовать процедуру производственного и надежного контроля.

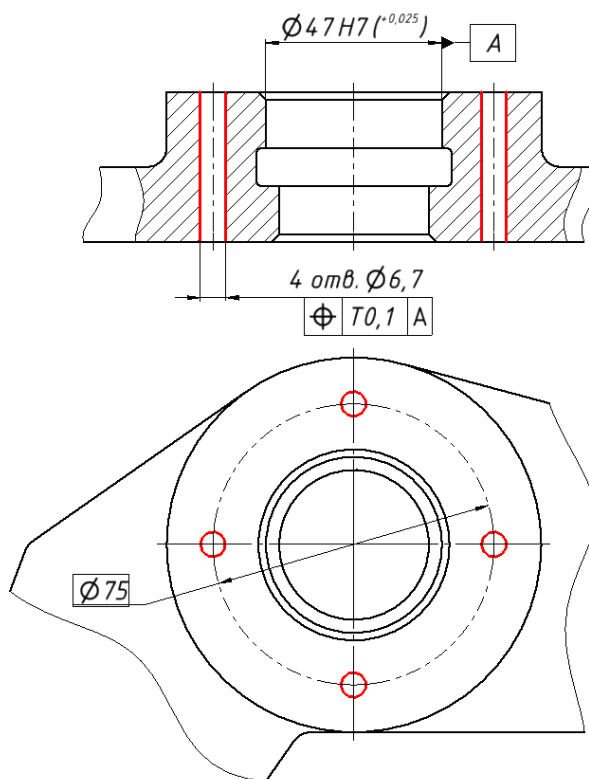


Рисунок 16.1 – Пример контролируемых отверстий

Под комплексным калибром подразумевается средство контроля, воспроизводящее геометрические параметры элементов изделия, определяемые заданными предельными линейными или угловыми размерами, и контактирующее с элементом изделия по поверхностям, линиям или точкам.

Комплексные калибры не позволяют измерить фактический размер изделия, а только дают возможность установить, что изделие не вышло за пределы указанных в чертеже границ-допусков на его изготовление.

Процедура расчета и конструирования комплексных калибров для контроля расположения группы отверстий или выступов регламентируется стандартом ГОСТ 16085-80 «Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски», и состоит из трех этапов:

1. Анализ исходных данных и определение позиционного допуска детали.
2. Расчет исполнительных размеров элементов комплексного калибра.
3. Построение чертежа контрольного инструмента.

На первом этапе необходимо выполнить анализ исходных данных, представленных, как правило, в виде рабочего чертежа детали. В ходе анализа чертежа необходимо рассмотреть два вопроса: способ задания допуска на расположение осей отверстий и зависимость допуска от базовых поверхностей.

По способу задания допуски на расположение осей могут делиться на два типа: указание позиционного допуска в явном виде при помощи соответствующего маркера отклонения, пример которого представлен на ри-

сунке 16.1, либо при помощи отклонений линейных или диаметральных и угловых размеров, пример чего представлен на рисунке 16.2.

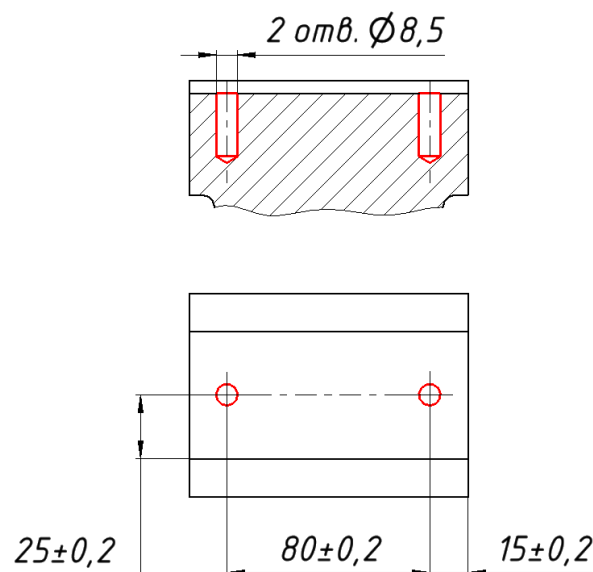


Рисунок 16.2 – Задание позиционного допуска отклонениями размеров

В случае задания позиционного допуска в явном виде можно переходить к второму этапу проектирования комплексного калибра, во втором же случае необходимо пересчитать линейные отклонения в позиционный допуск. Выполняется данная процедура при помощи таблиц 1 и 2 приложения 1 стандарта ГОСТ 16085-80.

Для этого необходимо соотнести схему расположения отверстий на чертеже со схемами, представленными в стандарте и при помощи указанных в нем выражений выполнить пересчет отклонений.

Так случаю, проиллюстрированному на рисунке 16.2, соответствует схема 5 из таблицы 1 приложения 1 стандарта: «Одна или несколько поверхностей, координированных относительно двух взаимно перпендикулярных плоскостей (при сборке базовые плоскости соединяемых деталей

совмещаются)». Наглядное изображение схемы продемонстрировано на рисунке 16.3.

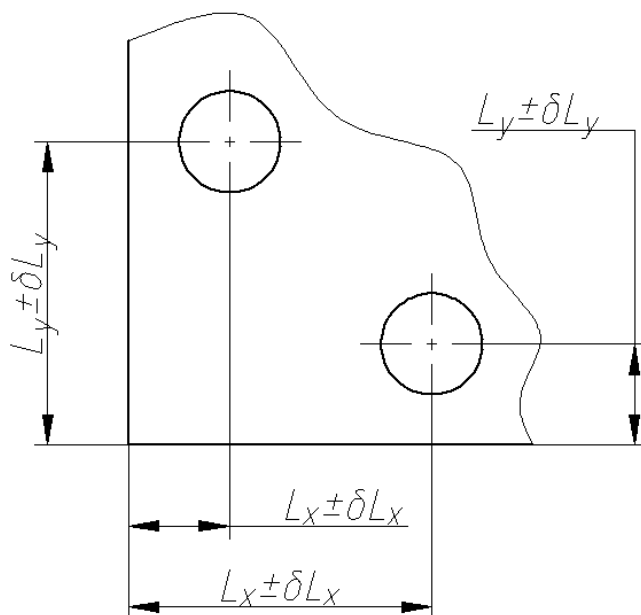


Рисунок 16.3 – Схема пересчета отклонения в позиционный допуск

По отношению к примеру, приведенному на рисунке 16.2, из-за равенства отклонений по осям x и y позиционный допуск будет пересчитываться по выражению (16.1):

$$T_p = 2.8 \cdot \delta L = 2.8 \cdot 200 = 560 \text{ мкм}, \quad (16.1)$$

где T_p – позиционный допуск детали, мкм;

δL – численной значение отклонения после знака « $\pm$ », мкм.

Первым шагом при расчете исполнительных размеров калибра является определение значений составляющих, влияющих на размер контрольного элемента. К таким составляющим относятся величины: допуска на изготовление рабочего и базового элементов H и H_0 , допуска на износ рабочего или базового элементов элемента W и W_0 , а также значение основного отклонения измерительного пальца либо отверстия F .

Определение значений указанных составляющих осуществляется по таблице 1 стандарта в зависимости от позиционного допуска детали. После выбора значений элементов производится непосредственный расчет исполнительных элементов по выражениям, представленным в таблице 2 стандарта. Для случая, представленного на рисунке 16.1, необходимо использовать:

Для базового элемента формулы (16.2) – (16.4):

$$d_{k0\max} = d_{G0-W} - H_0, \quad (16.2)$$

где $d_{k0\max}$ – наибольший предельный размер базового элемента калибра, мм;

d_{G0-W} – размер предельно изношенного проходного калибра, мм;

$d_{\min}$ – наименьший предельный размер контролируемой поверхности, мм.

$$d_{k0\min} = d_{G0-W} - H_0, \quad (16.3)$$

где $d_{k0\min}$ – наименьший предельный размер базового элемента калибра, мм;

H_0 – допуск на изготовление базового элемента, мм.

$$d_{k0-W} = d_{G0-W} - H_0 - W_0, \quad (16.4)$$

где d_{k0-W} – размер предельно изношенного базового измерительного элемента калибра, мм;

W_0 – величина износа базового элемента, мм.

Для остальных измерительных элементов формулы (16.5) – (16.7):

$$d_{k\max} = D_{\min} - T_p + F + H_0, \quad (16.5)$$

где $d_{k\max}$ – наибольший предельный размер элемента калибра, мм;

T_p – позиционный допуск поверхности в диаметральном выражении, мм;

F – основное отклонение измерительного пальца, мм;

$D_{\min}$ – наименьший предельный размер контролируемой поверхности, мм.

$$d_{k \min} = d_{k \max} - H, \quad (16.6)$$

где $d_{k \min}$ – наименьший предельный размер элемента калибра, мм;

H – допуск на изготовление размера пальца, мм.

$$d_{k-W} = d_{k \max} - H - W, \quad (16.7)$$

где d_{k-W} – размер предельно изношенного измерительного элемента калибра, мм;

W – величина износа элемента, мм.

В рассматриваемом случае при позиционном допуске, равном 100 мкм в диаметральном выражении, значения элементов базового пальца составят: $H_0 = 8$ мкм; $W_0 = 8$ мкм. Тогда значения исполнительных размеров в выражениях (16.2) – (16.4) будут равны:

$$d_{k \max} = d_{G0-W} = 47 \text{ мм},$$

$$d_{k \min} = 47 - 0.008 = 46.992 \text{ мм},$$

$$d_{k0-W} = 47 - 0.008 - 0.008 = 46.984 \text{ мм}.$$

Значения F , H , W , выбираются аналогично H_0 , W_0 и составляют для рассматриваемого случая: $F = 20$ мкм; $H = 8$ мкм; $W = 8$ мкм. Тогда исполнительные размеры пальцев для контроля отверстий диаметром 6,7 мм будут равны:

$$d_{k \max} = 6.7 - 0.1 + 0.020 + 0.008 = 6.628 \text{ мм},$$

$$d_{k \min} = 6.628 - 0.008 = 6.62 \text{ мм},$$

$$d_{k-W} = 6.628 - 0.008 - 0.008 = 6.612 \text{ мм.}$$

Завершающим действием при расчете исполнительных размеров является определение значения позиционного допуска калибра по таблице 1 стандарта, а при необходимости и его пересчет в линейные отклонения размеров по таблице 3 стандарта в соответствии со схемой расположения измерительных элементов.

Последним этапом является построения чертежа комплексного калибра с указанием всех рассчитанных параметров. Пример конструкции калибра, спроектированного для контроля параметров, показанных на рисунке 16.1, представлен на рисунке 16.4.

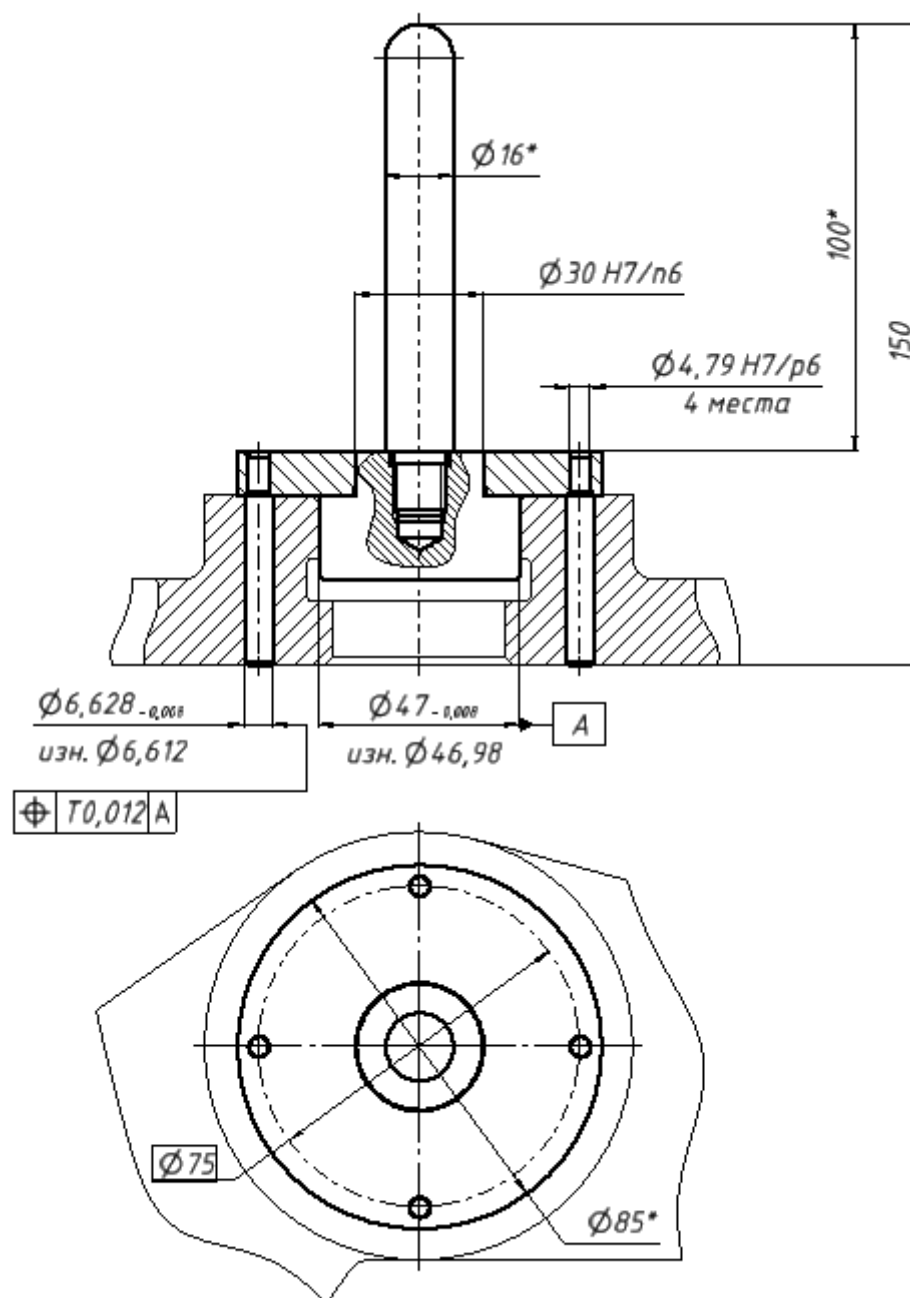


Рисунок 16.4 – Пример конструкции комплексного калибра

2 Задание

1. Изучить методику расчета комплексного калибра.
2. Выполнить расчет исполнительных размеров измерительных элементов комплексного калибра по выданному преподавателем заданию.

3. Построить чертеж комплексного калибра для рассчитанных исполнительных размеров измерительных элементов.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Для чего предназначены комплексные калибры?
2. Из каких этапов состоит процесс проектирования комплексных калибров?
3. Какие вопросы необходимо рассмотреть при анализе исходных данных?
4. В чем заключается особенность проектирования комплексных калибров в случае наличия лишь отклонений размеров между осями контролируемых элементов?
5. В чем разница между расчетами исполнительных размеров измерительных элементов относительно базовой поверхности и без нее?
6. Какие сведения необходимо отразить на чертеже комплексного калибра?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

17 Практическое занятие КАЛИБРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЛУБИН И ВЫСОТ УСТУПОВ

Цель работы: изучение методики расчета калибров для контроля глубин и высот уступов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При необходимости контроля линейных размеров, точность которых не превышает 11 квалитета, в условиях серийного и массового производства наиболее рациональным инструментом, с позиции простоты работы и скорости контроля, является использование специализированного контрольного инструмента в виде калибров глубин и высот уступов.

Данный вид калибров, аналогично комплексным, не позволяет измерить фактический размер изделия, а только дает возможность установить, что изделие не вышло за пределы указанных в чертеже границ-допусков на его изготовление. Схематичное изображение калибра для контроля глубин и высот уступов представлено на рисунке 17.1.

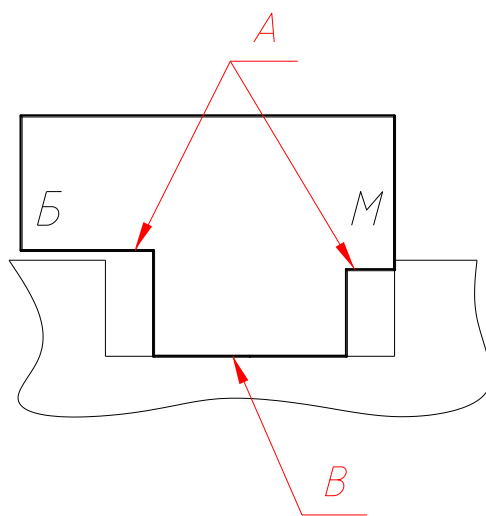


Рисунок 17.1 – Схема калибра

На рисунке 17.1 выноской А обозначены измерительные плоскости, буквой В направляющие плоскости; буквой Б сторона с большим размером, буквой М сторона с меньшим размером.

Процедура их расчета и проектирования регламентируется стандартом ГОСТ 2534-77 «Калибры предельные для глубин и высот уступов. Допуски» и состоит из следующих этапов:

1. Анализ исходных данных и определение схемы изменения размеров калибра при износе.
2. Расчет исполнительных размеров калибра для контроля линейного размера.
3. Проектирование конструкции калибра.

На первом этапе необходимо изучать чертеж детали и определить предельные значения контролируемого размера и характер поведения линейного размера калибра при износе в процессе контроля деталей.

Размер калибра, близкий к границе верхнего предельного отклонения, обозначается буквой «Б», а размер близкий к границе нижнего предельного отклонения буквой «М».

При контроле глубин и высот уступов возможно возникновение 3 схем износа:

1. Размеры сторон «Б» и «М» калибра при износе уменьшаются (Схема 1), пример чего показан на рисунке 17.2.
2. Размеры сторон «Б» и «М» калибра при износе увеличиваются (Схема 2), пример чего показан на рисунке 17.3.
3. Размер стороны «Б» при износе уменьшается, а сторона «М» увеличивается (Схема 3), пример чего показан на рисунке 17.4.

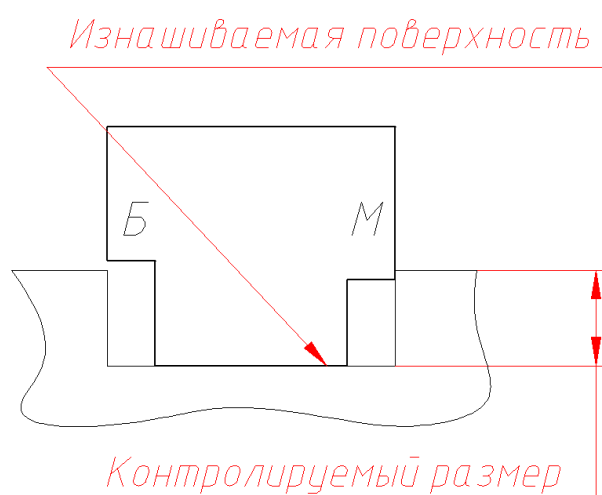


Рисунок 17.2 – Наглядная демонстрация схемы 1

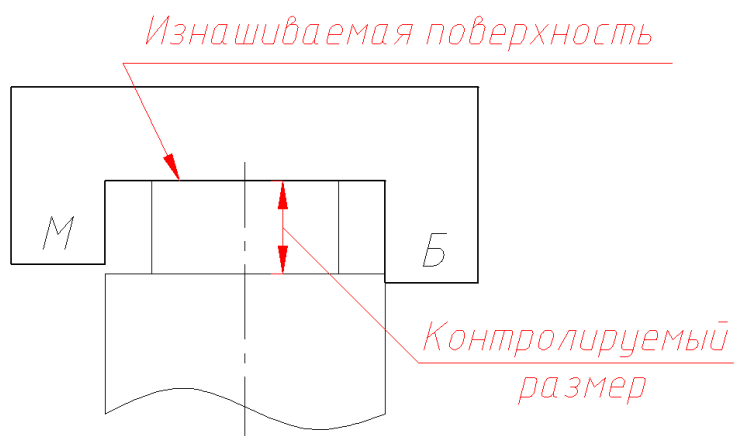


Рисунок 17.3 – Наглядная демонстрация схемы 2

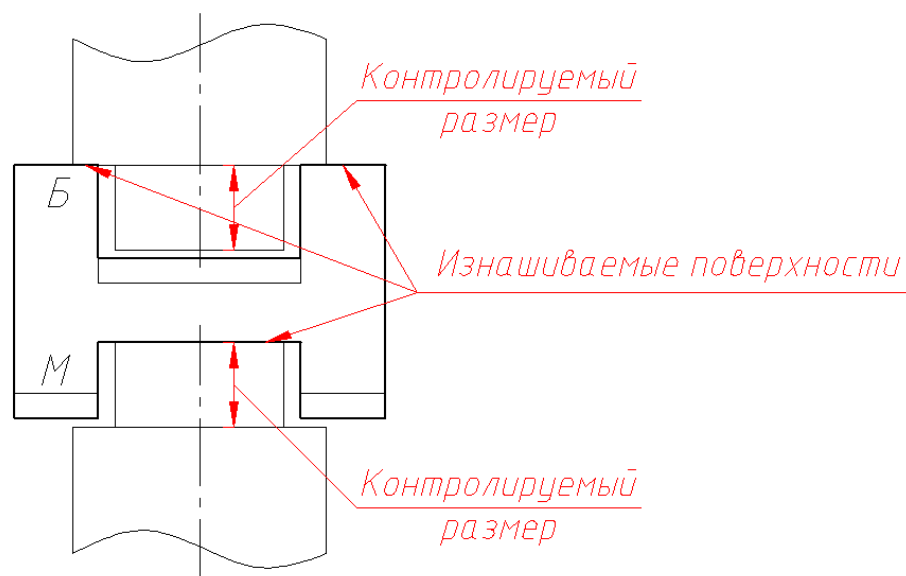


Рисунок 17.4 – Наглядная демонстрация схемы 3

На втором этапе необходимо выполнить расчет исполнительных размеров калибра, а также предельно-изношенных размеров. Расчет производится путем определения наибольшего и наименьшего предельных значений размера детали и добавления к ним значений допусков на исполнительные размеры и допусков на износ, представленных в таблицах 1 – 17 стандарта.

На последнем этапе производится построение чертежа калибра с учетом рассчитанных исполнительных размеров калибра, а также некоторых требований к конструкции калибра.

При этом необходимо учитывать, что каждый калибр содержит направляющие и измерительные плоскости, а также конструктивные элементы для визуального обозначения одного из размеров калибра, в качестве которого, как правило, принимается сторона с размером «Б». Пример обозначенных конструктивных элементов, представлен на рисунке 17.5.

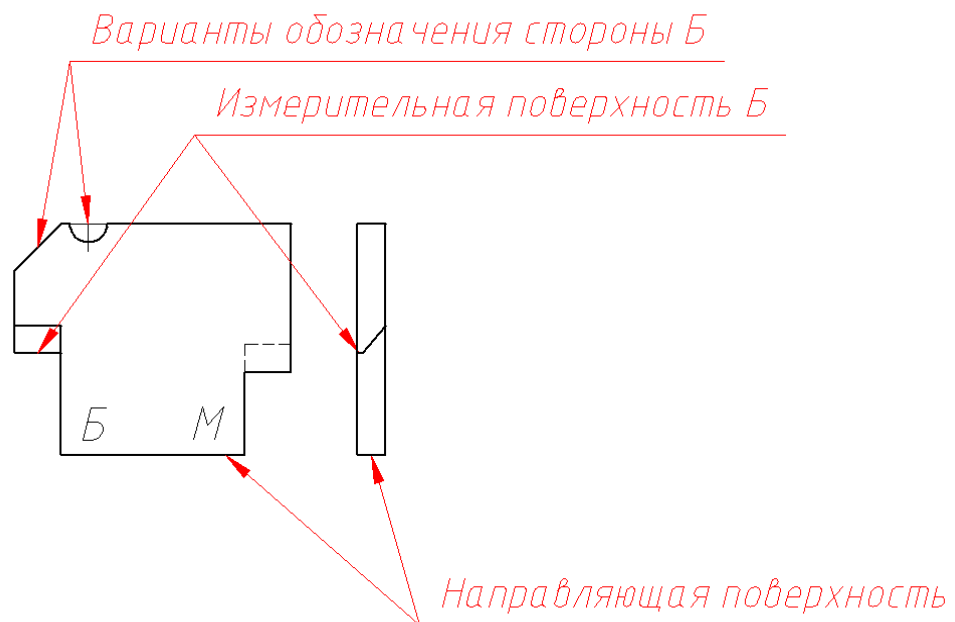


Рисунок 17.5 – Конструктивные элементы калибра

Направляющие плоскости, как правило, выполняют во всю толщину калибра, за исключением случаев контроля криволинейных поверхностей.

В случае использования в качестве направляющих поверхностей криволинейных, например, окружности, направляющую часть следует выполнять со скосом, в основании которого оставляется поясok шириной 0,5 мм. Сам скос выполняется в пределах от 30° до 45°.

Измерительная поверхность выполняется со скосом в любом случае, параметры скоса аналогичны направляющей части.

Конструктивные элементы, обозначающие одну из сторон, могут быть выполнены в различных исполнениях, например, как показано на рисунке 17.5 в виде фаски или выкружки.

Рассмотрим процесс проектирования калибра для измерения высоты уступа $30j12(\pm 0,11)$ детали «Плашка», представленной на рисунке 17.6.

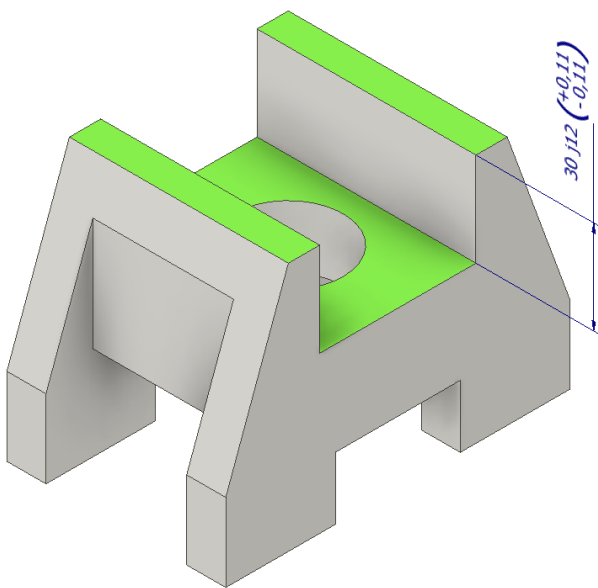


Рисунок 17.6 – Контролируемый параметр

Анализ показывает, что параметр, представленный на рисунке 17.6, соответствует схеме 1 при которой размеры сторон «М» и «Б» в процессе контроля детали будут уменьшаться, наименьший предельный размер, принимаемый в дальнейших расчетах за сторону «М», составит:

$$30 - 0.11 = 29.89 \text{ мм},$$

наибольший предельный размер, принимаемый в дальнейших расчетах за сторону «Б», составит:

$$30 + 0.11 = 30.11 \text{ мм}.$$

Далее в соответствии с таблицей 2 стандарта при номинальном размере уступа 30 мм назначаются отклонения и рассчитываются предельные исполнительные размеры калибра. Сторона «М»:

$$M_{\text{наим}} = 29.89 + 0.015 = 29.905 \text{ мм},$$

$$M_{\text{наиб}} = 29.89 + 0.024 = 29.914 \text{ мм}.$$

С учетом того, что по мере износа размер будет уменьшаться за номинальный принимается $M_{\text{наиб}}$. Предельно изношенный размер составит:

$$M_{\text{изн.}} = 29.89 + 0 = 29.89 \text{ мм}.$$

Сторона «Б»:

$$B_{\text{наим}} = 30.11 + (-0.009) = 30.101 \text{ мм},$$

$$B_{\text{наиб}} = 30.11 + 0 = 30.11 \text{ мм}.$$

С учетом того, что по мере износа размер будет уменьшаться за номинальный принимается $B_{\text{наиб}}$. Предельно изношенный размер составит:

$$B_{\text{изн.}} = 30.11 + (-0.024) = 30.806 \text{ мм}.$$

Чертеж калибра спроектированного для контроля размера, показанного на рисунке 17.6, представлен на рисунке

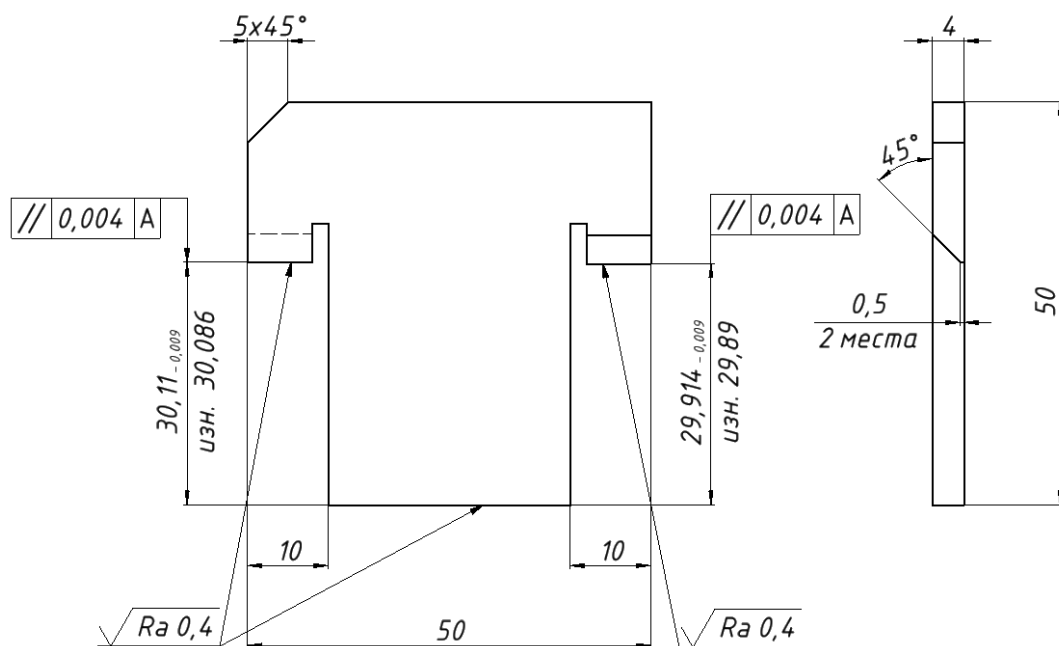


Рисунок 17.7 – Калибр для контроля размера $30js12(\pm 0,11)$

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучить методику расчета калибров для контроля глубин и высот уступов.
2. Выполнить расчет исполнительных размеров измерительных элементов комплексного калибра по выданному преподавателем заданию.
3. Построить чертеж комплексного калибра для рассчитанных исполнительных размеров измерительных элементов.
4. Какие существуют схемы расчета калибров для контроля высот уступов?
5. В чем отличия схем 1 и 3?
6. В чем отличия схем 2 и 3?
7. Какими конструктивными признаками отличаются стороны Б и М?

8. В чем особенность проектирования направляющей поверхности при ее сопряжении с окружностью?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

2. ГОСТ 2534-77 Калибры предельные для глубин и высот уступов. Допуски (с Изменением N 1) электронный ресурс.: URL <http://docs.cntd.ru/document/1200020107>.

18 Практическое занятие СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ В СРЕДЕ КОМПАС-3D

Цель работы: изучение методики создания и настройки спецификации в среде КОМПАС-3D.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В системе автоматизированного проектирования Компас 3D спецификация представляет собой отдельный документ с расширением *.sprw создание которого осуществляется одноименной командой (Рисунок 8).

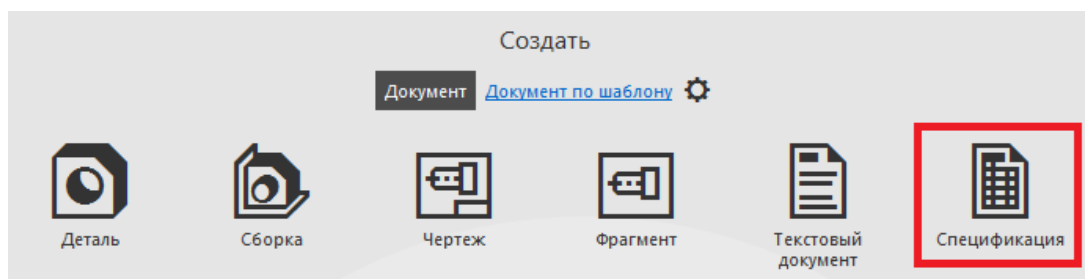


Рисунок 8 – Кнопка создания спецификации

Существует три метода наполнения спецификаций: ручной; на основе данных чертежа; на основе данных 3D-модели. Так как современный процесс разработки изделий с использованием САПР по большей части опирается на 3D-моделирование рассмотрим вариант создания спецификаций по 3D-модели.

При таком подходе в качестве исходных данных для создания спецификации выступает сборочная модель изделия, например, приспособление для проверки перпендикулярности представленное на рисунке 9.

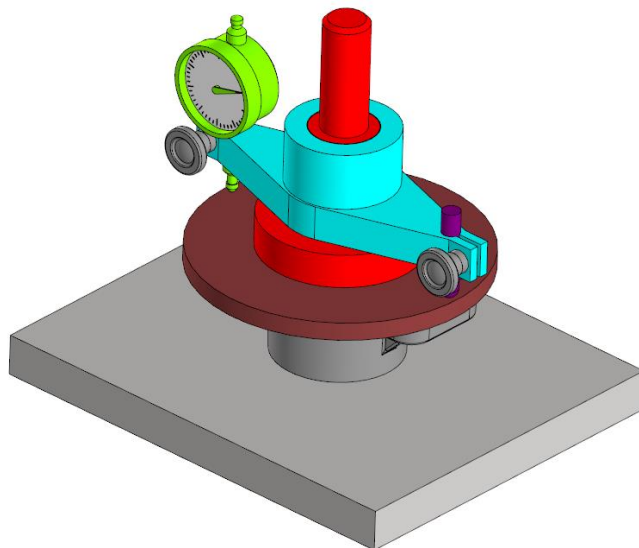


Рисунок 9 – 3D-модель контрольного приспособления

Сборочная модель состоит из 3D-моделей отдельных деталей, каждая из которых обладает набором атрибутов, таких как наименование, масса и т.д. Наполнение же спецификации производится при считывании состава сборочной 3D-модели и атрибутов деталей в нее входящих, а также иных документов связанных со сборочной моделью и отдельными деталями.

Процесс создания спецификации можно разделить на четыре этапа:

1. Подготовку свойств сборочной модели и свойств моделей отдельных деталей;
2. Создание, настройку свойств и сохранение файла чертежа;
3. Создание и оформление файла спецификации;
4. Подключение спецификации к чертежу и расстановка позиций

Подготовительный этап необходим по ряду причин. Так в процессе проектирования как правило ведется работа с геометрией деталей, а не их атрибутами. Из-за этого часть необходимых для наполнения спецификации атрибутов задана автоматически, а часть не задана вообще. Кроме того, возможны ситуации использования заимствования моделей деталей из других САПР, в результате чего те могут не обладать или обладать неверным набором атрибутов, или же могут быть отнесены к иным разделам спецификации.

Наиболее удобным способом работы с атрибутами деталей, входящих в сборочную модель, является использование панели «Состав изделия». При настройках по умолчанию данная панель отключена, для ее включения необходимо перейти ко вкладке «Настройка» меню «Панели» и активировать соответствующий пункт (Рисунок 10).

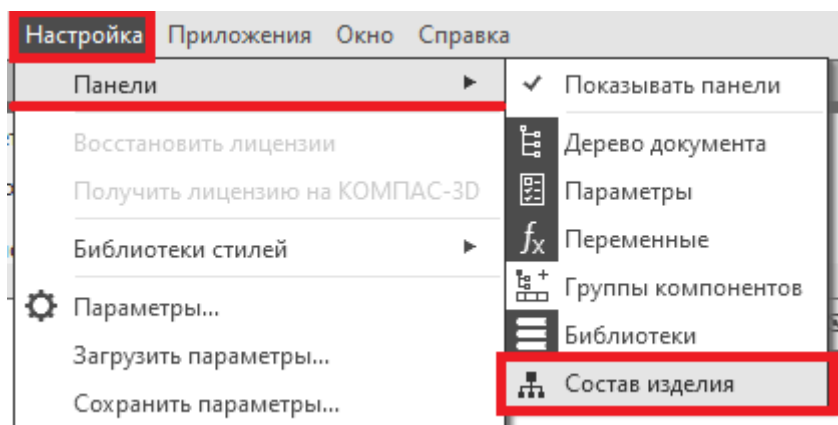


Рисунок 10 – Включение панели «Состав изделия»

Результатом активации панели станет появление ее компактной формы в браузере модели, как показано на рисунке 11.

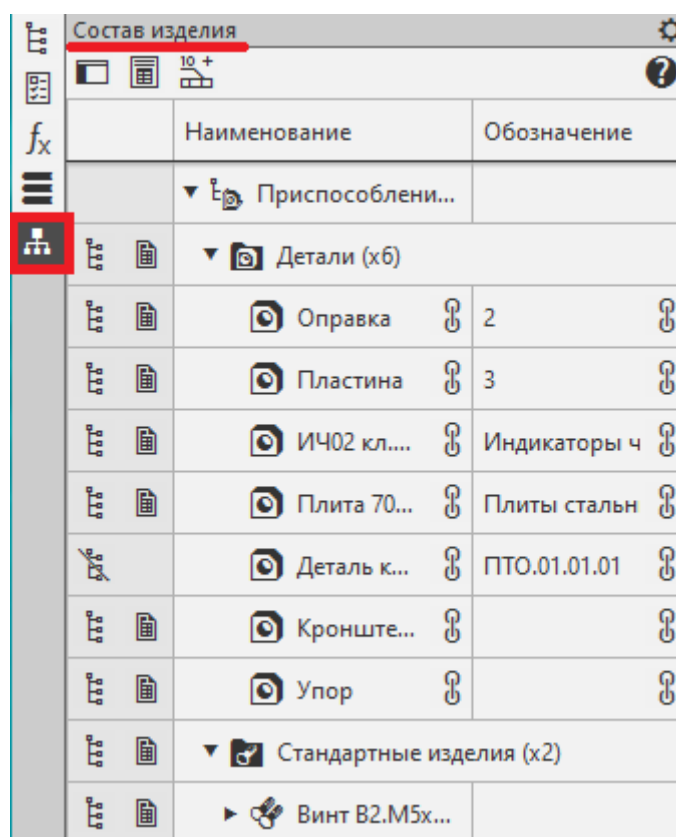


Рисунок 11 – Компактная форма панели «Состав изделия»

Для более удобной работы с панелью ее необходимо развернуть при помощи соответствующей кнопки (Рисунок 12).

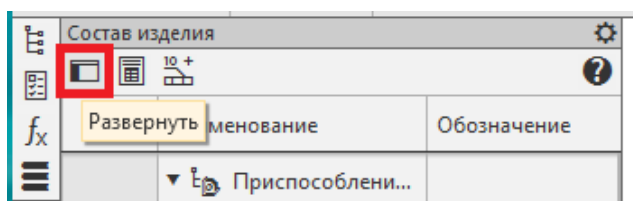


Рисунок 12 – Кнопка «Развернуть» панель «Состав изделия»

В результате панель «Состав изделия» примет развернутый вид, показанный на рисунке 13. Данная панель позволяет управлять наличием элементов в виде деталей, сборок в составе изделия или спецификации, управлять значением части свойств деталей, настраивать список отображаемых атрибутов. Управление списком отображаемых атрибутов выполняется при помощи меню «Настройка столбцов» (Рисунок 14). Наиболее необходимыми для работы в рамках подготовительного этапа будут являться «Наименование», «Обозначение», «Масса», «Раздел спецификации», «Количество».

Состав изделия

</

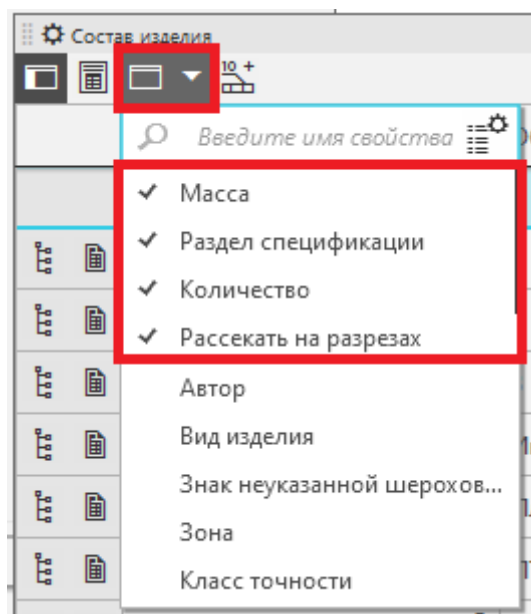


Рисунок 14 – Меню «Настройка столбцов»

Анализируя состав сборочной модели (Рисунок 13) контрольного приспособления (Рисунок 9) можно увидеть пример описанной выше ситуации, а именно наличие стандартных изделий в разделе детали (ИЧ02 кл.0 ГОСТ 577-68, Плита 7081-0186 ГОСТ 12947-67) из-за их заимствования из проекта выполненного в другой САПР; наличие деталей с незадаанными атрибутами «Обозначение» (Кронштейн поворотный, Упор); наличие контролируемой детали в составе приспособления, которая по факту является элементом обстановки и не должна учитываться.

Рассмотрим процесс изменения атрибутов деталей для преобразования состава изделия в надлежащий вид. Первым действием является исключение из состава приспособления контролируемой детали. Данное действие выполняется при помощи пиктограмм в начале строки с атрибутами детали (Рисунок 15), для исключения же детали из состава необходимо нажать на пиктограмме в результате чего строка примет вид представленный на рисунке 16.

Состав изделия			
	Наименование	Обозначение	
	▼ Приспособление контрольное		
	▼ Детали (x7)		
	Оправка	2	
	Пластина	3	
	ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68G	Индикаторы часового типа	
	Плита 7081-0186 ГОСТ 12947-67	Плиты стальные для станоч-	
	Деталь контролируемая	ПТО.01.01.01	

Рисунок 15 – Пиктограммы управления состояние детали

		Плита 7081-0186 ГОСТ 12947-67		Плиты стальные для станоч-		4.525056	Детали	1
		Деталь контролируемая		ПТО.01.01.01		0.719126	Детали	1
		Кронштейн поворотный				0.605940	Детали	1

Рисунок 16 – Вид строки при исключении детали из состава

Далее выполняется изменение категории спецификации для моделей, ошибочно отнесенных к категории «Детали». Выполняется данное действие нажатием на соответствующую ячейку столбца «Категория спецификации» и изменением категории в открывшемся окне. Завершение работы по выбору категории осуществляется нажатием кнопки «Создать» (Рисунок 17), результат переноса индикатора ИЧ02 кл.0 ГОСТ 577-68 продемонстрирован на рисунке 18. Аналогичные действия по переносу выполняются для всех деталей, категория которых была определена ошибочно.

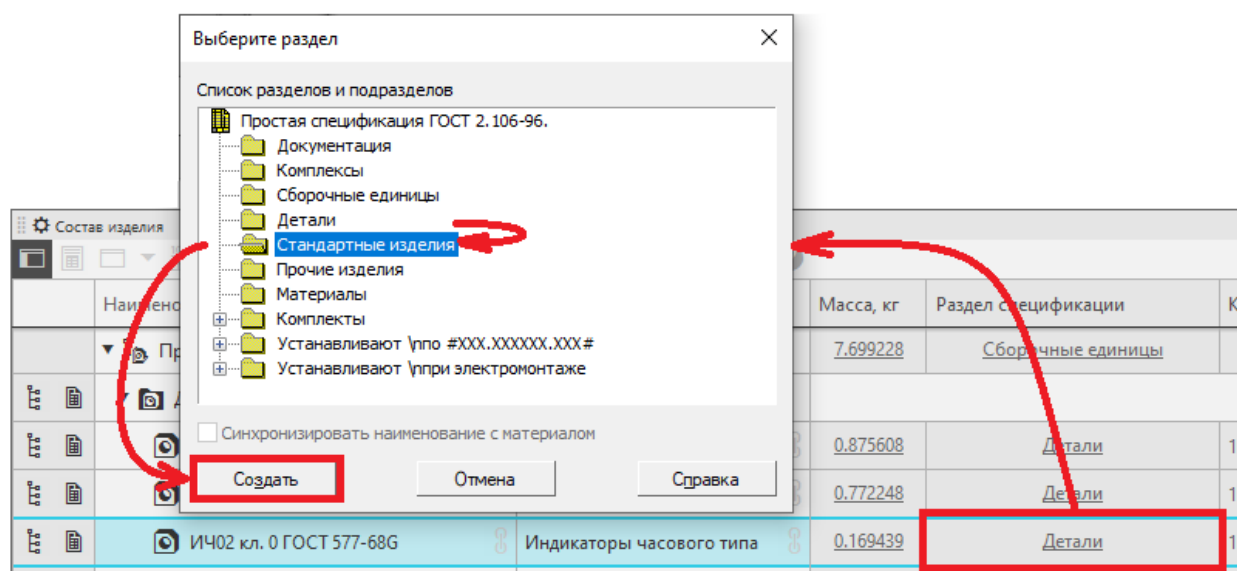


Рисунок 17 – Выбор категории спецификации

Стандартные изделия (x3)					
Винт В2.М5х12 ГОСТ 21331-75 (x2)			0.013100	Стандартные изделия	2
ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68G		Индикаторы часового типа	0.169439	Стандартные изделия	1

Рисунок 18 – Результат изменения категории спецификации

Следующим действием является изменение значений атрибутов «Наименование» и «Обозначение» для части деталей. Изменение значений данных атрибутов возможно в двух вариантах: локально в рамках сборочной единицы без внесения изменений в файлы моделей деталей; глобально с внесением изменений в файлы.

По умолчанию значения рассматриваемых атрибутов считываются из файлов моделей деталей, о чем свидетельствует пиктограмма связи в ячейке рядом со значением атрибута (Рисунок 19).

ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68G		Индикаторы часового типа	0.169439	Стандартные изделия	1
-------------------------	--	--------------------------	----------	---------------------	---

Рисунок 19 – Пиктограмма связи с источником данных

Для глобального изменения значений атрибутов необходимо перейти к редактированию модели детали и выполнить редактирование ее свойств. Рассмотрим данное действие на примере индикатора, для которого необходимо удалить данные из обозначения и скорректировать наименование. Переход к

редактированию файла осуществляется выбором соответствующей строки в панели «Состав изделия», вызове контекстного меню при помощи правой кнопки мыши и выборе пункта «Редактировать в окне» (Рисунок 20).

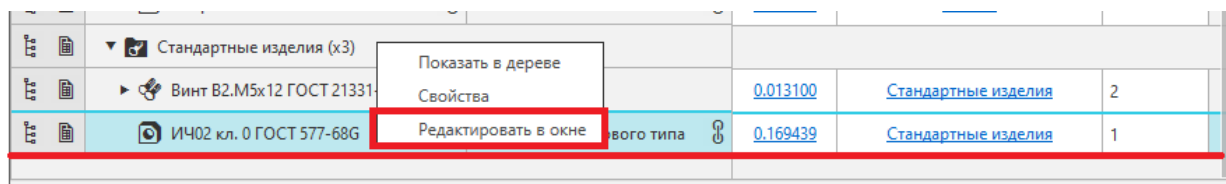


Рисунок 20 – Переход к глобальному редактированию

В результате будет произведено открытие файла соответствующей модели в котором необходимо изменить свойства. Открытие окна свойств осуществляется при помощи двойного клика на имени детали в браузере модели или при помощи контекстного меню (Рисунок 21).

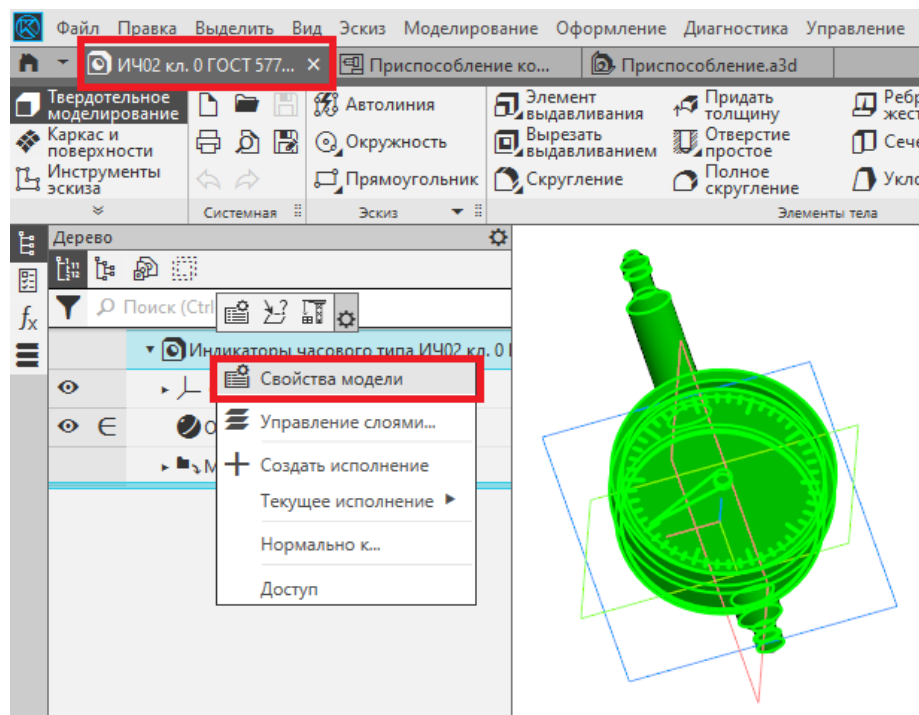


Рисунок 21 – Открытие окна модели

Свойства модели индикатора после редактирования показаны на рисунке 22.

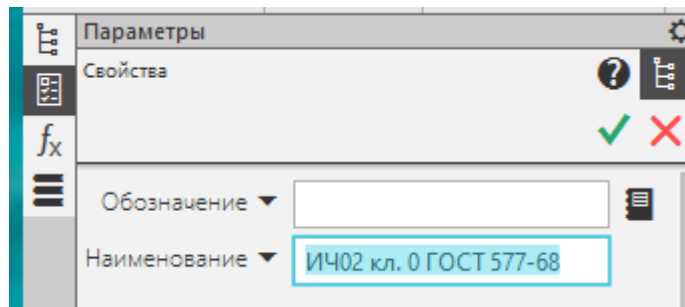


Рисунок 22 – Свойства модели индикатора

Далее производится принятие изменений перестроение модели (при помощи пиктограммы или горячей клавиши F5), сохранение модели и ее закрытие. В результате в панели «Состав изделия» строка индикатора примет вид, представленный на рисунке 23, с сохранением связи между файлом модели и составом приспособления.

	▼ Стандартные изделия (x3)				
	▶ Винт В2.М5х12 ГОСТ 21331-75 (x2)		0.013100	Стандартные изделия	2
	ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68		0.169439	Стандартные изделия	1

Рисунок 23 – Вид строки индикатора в панели «Состав изделия»

Аналогично производится корректировка свойств остальных деталей.

Для локального изменения значений достаточно перейти при помощи двойного клика к редактированию соответствующей ячейки и внести данные с клавиатуры. В результате локального изменения значения атрибута пиктограмма связи в ячейке изменит свой вид, пример чего для детали «Кронштейн поворотный» показан на рисунке 24.

	▼ Детали (x4)				
	Кронштейн поворотный	1	0.605940	Детали	1
	Оправка	2	0.875608	Детали	1

Рисунок 24 – Локальное изменение значения атрибута

Следует отметить, что нажатием на пиктограмму связи для локально измененного свойства вернет связь с исходным значением, а кроме того, локально измененные значения атрибутов будут выделены в спецификации цветом.

В рамках выполнения учебных работ допустимо локальное изменение значений атрибутов «Наименование» и «Обозначение», в остальных же случаях следует исходить из условий получения и использования тех или иных моделей.

В случае проектирования приспособлений необходим еще один этап работы с составом изделия, заключающийся в корректировке массы контролируемой детали, а также элементов обстановки если таковые имеются. Для этого производится выбор соответствующей ячейки и в открывшемся окне «МЦХ» производится изменение способа расчета на вариант «По массе» и ее ручное изменение. Завершение изменения производится кнопкой «Применить» (Рисунок 25).

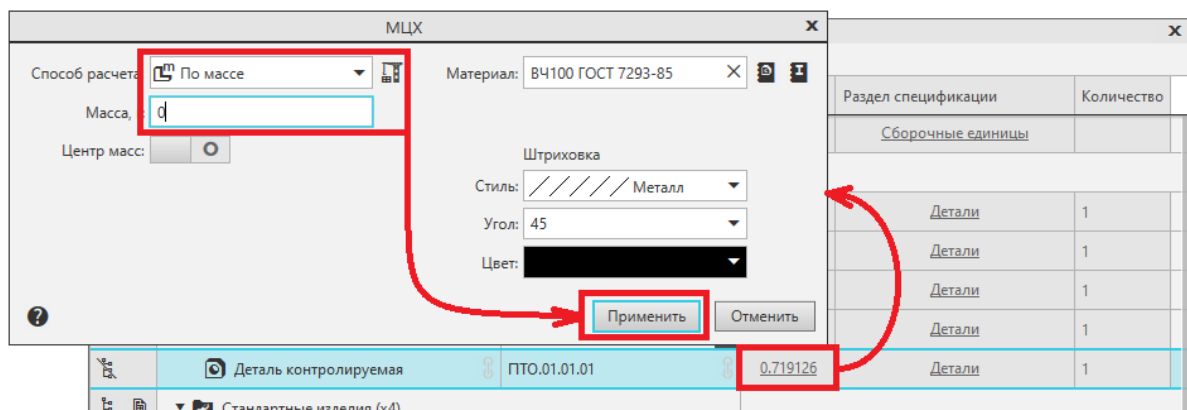


Рисунок 25 – Изменение массы детали

В случае изменения массы ее значение меняется локально в рамках сборочной единицы, а панель «Состав изделия» принимает вид, показанный на рисунке 26.

Финальным этапом работы с составом изделия является запись значений атрибутов самой сборочной модели. В случае необходимости заполнения не только наименования и обозначения, а например ФИО разработчика, ФИО проверяющего и организации требуется добавить в панель соответствующие столбы по представленному выше алгоритму.

Состав изделия					
	Наименование	Обозначение	Масса, кг	Раздел спецификации	Количество
	▼ Приспособление контрольное	ПЗ-ПТО-ТМиТО-15.03.05-11-22	6.980102	Сборочные единицы	
	▼ Детали (x4)				
	Кронштейн поворотный	1	0.605940	Детали	1
	Оправка	2	0.875608	Детали	1
	Пластина	3	0.772248	Детали	1
	Упор	4	0.018713	Детали	1
	Деталь контролируемая	ПТО.01.01.01	0.000000	Детали	1
	▼ Стандартные изделия (x4)				
	▶ Винт В2.М5х12 ГОСТ 21331-75 (x2)		0.013100	Стандартные изделия	2
	ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68		0.169439	Стандартные изделия	1
	Плита 7081-0186 ГОСТ 12947-67		4.525056	Стандартные изделия	1

Рисунок 26 – Результат работы с панелью «Состав изделия»

По завершению работы с панелью «Состав изделия» подготовку сборочной модели к созданию спецификации можно считать завершенной.

На следующем этапе производится создание чертежа, который необходим для создания и наполнения раздела «Документация» в создаваемой спецификации.

Для создания чертежа по сборочной модели необходимо активировать функцию «Создать чертеж по модели» расположенной на панели инструментов «Чертеж, спецификация» (Рисунок 27), или любым иным доступным способом создать чертеж и организовать его связь с моделью.

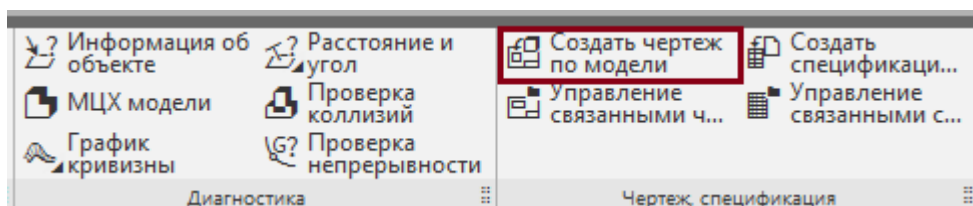


Рисунок 27 – Создание чертежа по модели

В созданном чертеже требуется произвести размещение как минимум одного вида, выбрать формат листа, а также скорректировать обозначение в части указания кода документа, после чего произвести сохранение файла чертежа.

Создание файла спецификации может производиться на основе чертежа, на основе сборочной модели, или же из меню создать с последующим подключением к одному из файлов чертежа или модели. Для создания спецификации, связанной со сборочной моделью, необходимо перейти к файлу модели и активировать функцию «Создать спецификацию по документу» (Рисунок 27). После активации функции перед пользователем откроется модуль проектирования спецификаций, содержащий ранее настроенный при помощи панели «Состав изделия» набор базовых объектов спецификации, связанный со сборочной моделью контрольного приспособления (Рисунок 28).

Модуль проектирования спецификаций позволяет произвести окончательную корректировку и оформление спецификации.

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<i>Детали</i>		
1 1	Кронштейн поворотный	1	
2 2	Оправка	1	
3 3	Пластина	1	
4 4	Упор	1	
	<i>Стандартные изделия</i>		
7	Винт В2М5х12 ГОСТ 21331-75	2	
8	ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68	1	
9	Плита 7081-0186 ГОСТ 12947-67	1	

Рисунок 28 – Редактор спецификации

Из рисунка 28 видно, что при создании спецификации отсутствует раздел «Документация», а часть ячеек имеет цветовую подсветку. Подсветка ячеек показывает, что значения в них отличаются от значений атрибутов (свойств) установленных в файлах данных объектов. В данном случае это вызвано локальным редактированием обозначений при работе с панелью «Состав изделия».

При создании спецификации при помощи команды «Создать спецификацию по документу» производится автоматическое построение связи между спе-

цификацией и документом из которого она была создана, в рассматриваемом случае сборочной моделью приспособления, в связи с чем возникает необходимость ручного добавления связи с чертежом, а в случае создания спецификации из чертежа необходимо связать ее еще и со сборочной моделью соответственно.

Для создания связи необходимо нажать кнопку «Управление сборкой» расположенной на панели инструментов «Управление» и в панели параметров подключить файл чертежа (Рисунок 29). Результатом добавления будет являться запись в списке связанных документов (Рисунок 30). Добавление связи с документами позволит в будущем производить выделение данных объектов в рабочей области чертежа или модели.

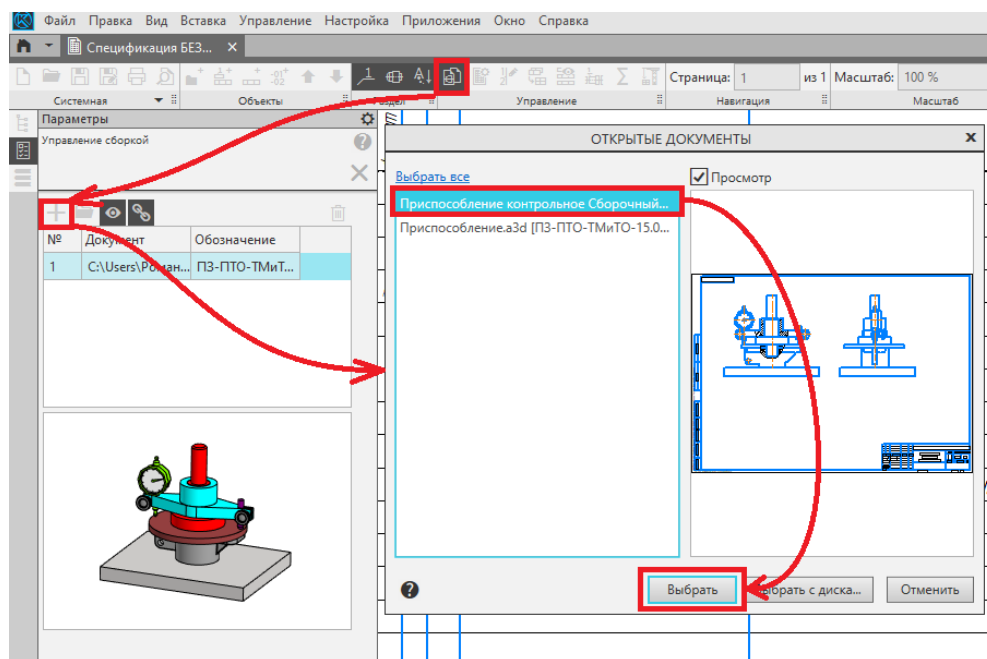


Рисунок 29 – Добавление связи с чертежом приспособления

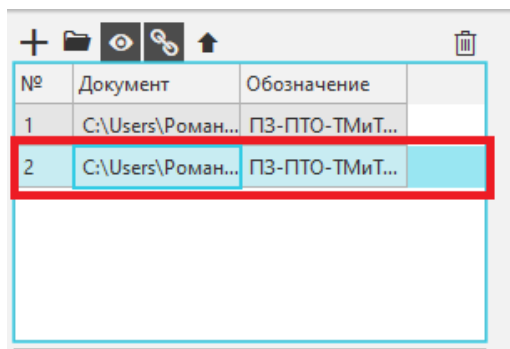


Рисунок 30 – Список связанных документов

Добавление раздела «Документация» производится при помощи кнопки «Добавить раздел» расположенной на панели инструментов «Объекты», при нажатии на которую открывается окно выбора раздела и типа создаваемого объекта (Рисунок 22). При добавлении раздела в нем автоматически создается базовый объект спецификации, а на панели параметров появляются функции для привязки к нему документа (Рисунок 32). При выборе объекта возникает запрос на считывание его атрибутов и производится заполнение данных в спецификации (Рисунок 33).

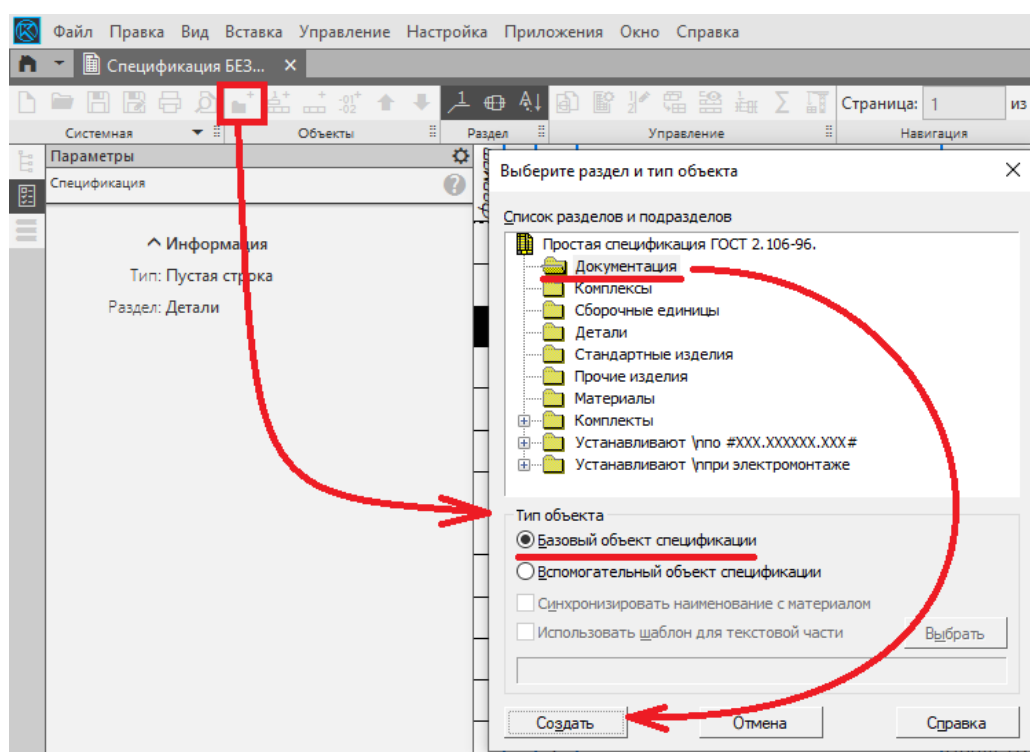


Рисунок 88 – Кнопка «Добавить раздел»

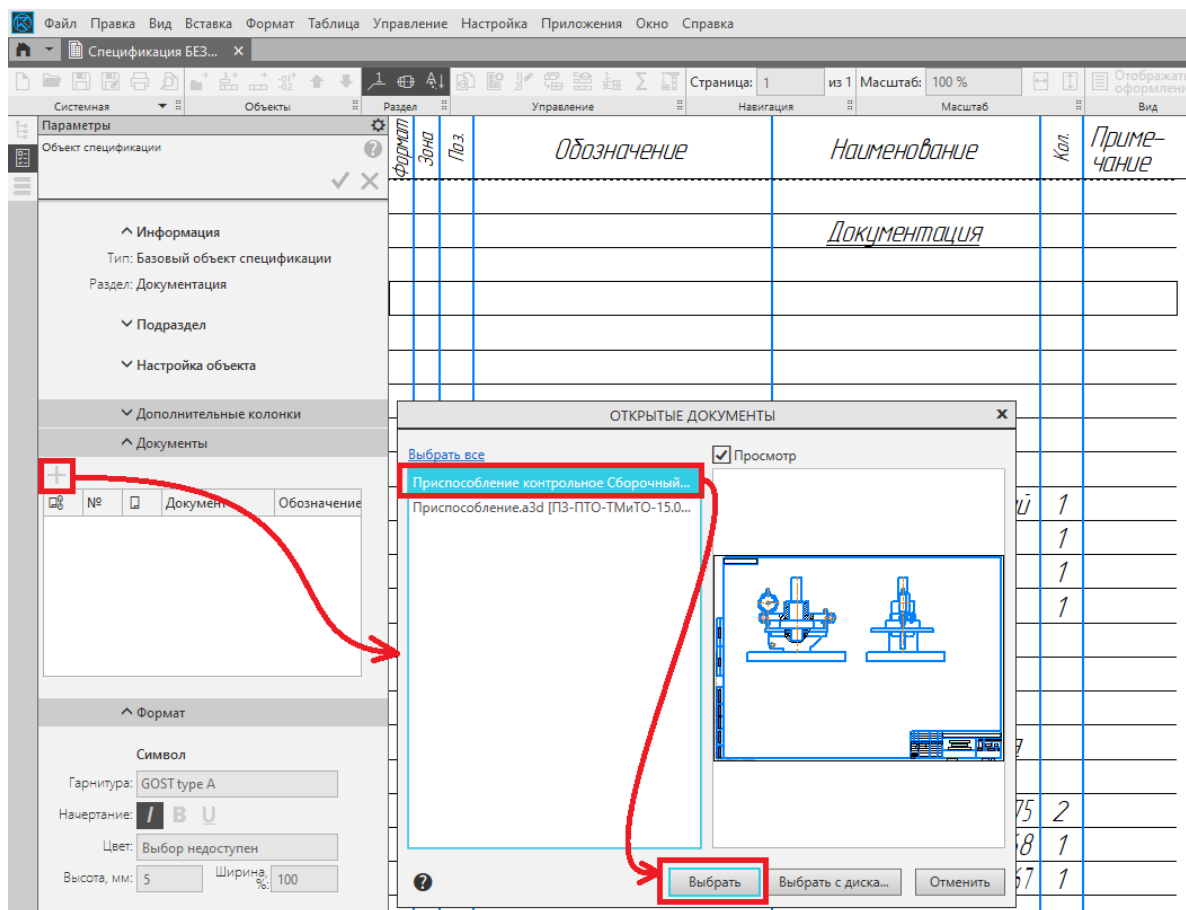


Рисунок 32 – Привязка документа к объекту спецификации

				<u>Документация</u>		
A2			ПЗ-ПТО-ТМТ0-15.03.05-11-23 СБ	Сборочный чертеж		

Рисунок 33 – Результат привязки документа к объекту

В случае выполнения всех необходимых действий при подготовке сборочной модели в процессе работы с панелью «Состав изделия» модуль проектирования спецификации выполнит корректную сортировку и нумерацию объектов спецификации, пример чего продемонстрирован на рисунке 91.

				<u>Документация</u>	
A2			ПЗ-ПТО-ТМТО-15.03.05-11-23 СБ	Сборочный чертеж	
				<u>Детали</u>	
	1	1		Кронштейн поворотный	1
	2	2		Оправка	1
	3	3		Пластина	1
	4	4		Упор	1
				<u>Стандартные изделия</u>	
	7			Винт В2М5х12 ГОСТ 21331-75	2
	8			ИЧ02 кл. 0 ГОСТ 577-68	1
	9			Плита 7081-0186 ГОСТ 12947-67	1

Рисунок 91 – Пример автоматической сортировки и нумерации

Для завершения работы со спецификацией в данном случае необходимо проверить заполнение основной надписи в режиме отображения оформления и сохранить спецификацию. Режим демонстрации основной надписи включается кнопкой «Отображать оформление» на панели инструментов «Вид». Пример вида спецификации в данном режиме представлен на рисунке 92.

Рисунок 94 – Кнопка перенумерации объектов спецификации.

Следует заметить, что несмотря на наличие связи с моделью и описанным способом подготовки спецификации у пользователя остается возможность использования инструментов для наполнения спецификации вручную, например, добавления материалов или иных необходимых объектов. Однако следует заметить что изменение базовых объектов данные которых получены из связанных со спецификацией документов невозможно.

По завершению работы со спецификацией можно приступить к нанесению позиций на сборочном чертеже изделия.

Подготовка спецификаций в рамках выполнения учебных проектов

В рамках выполнения учебных проектов требования к оформлению спецификаций несколько отличаются, так в процессе выполнения расчетно-графических или курсовых работ допускается не указывать обозначение деталей в спецификации. Пример такой спецификации представлен на рисунке 95.

[illegible]

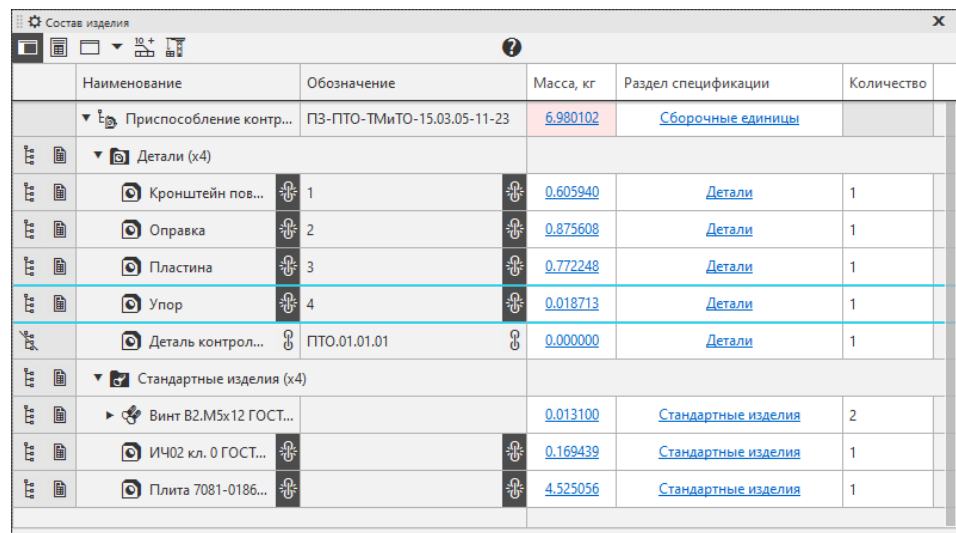
Рисунок 95 – Пример вида спецификации из учебного проекта

При подготовке таких спецификаций представленный выше алгоритм примет вид:

1. Редактирование состава изделия в локальном режиме.
2. Создание и сохранение файла чертежа;
3. Создание и оформление файла спецификации;
4. Подключение спецификации к чертежу и расстановка позиций
5. Сохранение копии спецификации без связи с исходными файлами
6. Корректировка и экспорт спецификации.

При предложенном подходе на начальном этапе производится открытие панели «Состав изделия» после чего выполняется корректировка обозначения, наименования, массы и раздела деталей в локальном режиме, то есть с разрывом связи между свойствами 3D-модели детали и ее экземпляром в сборочной модели. В рассматриваемом процессе поле «Обозначение» играет ключевую роль и в обязательном порядке заполняется, так как именно по нему производится сортировка деталей в спецификации.

Панель инструментов «Состав изделия» в случае локального редактирования на примере рассматриваемого приспособления примет вид, представленный на рисунке 96.



	Наименование	Обозначение	Масса, кг	Раздел спецификации	Количество
▼	Приспособление контр...	ПЗ-ПТО-ТМиТО-15.03.05-11-23	6.980102	Сборочные единицы	
▼	Детали (x4)				
	Кронштейн пов...	1	0.605940	Детали	1
	Оправка	2	0.875608	Детали	1
	Пластина	3	0.772248	Детали	1
	Упор	4	0.018713	Детали	1
	Деталь контрол...	ПТО.01.01.01	0.000000	Детали	1
▼	Стандартные изделия (x4)				
	Винт В2.М5х12 ГОСТ...		0.013100	Стандартные изделия	2
	ИЧ02 кл. 0 ГОСТ...		0.169439	Стандартные изделия	1
	Плита 7081-0186...		4.525056	Стандартные изделия	1

Рисунок 96 – Состояние панели «Состав изделия»

В реальности вид панели может и отличаться в зависимости от количества свойств изменение которых производилось в локальном режиме.

Действия на этапах 2, 3, 4 полностью идентичны описанию, представленному выше. В результате их выполнения получается спецификация, показанная на рисунке 92.

На следующем этапе производится сохранение копии, полученной ранее спецификации при помощи функции «Сохранить как», при выполнении которой система предлагает два варианта сохранения: с привязкой новой спецификации к тем же документам и без таковой. В предлагаемом решении требуется сохранить копию без связи при помощи варианта «Скопировать данные в новую спецификацию» (Рисунок 97).

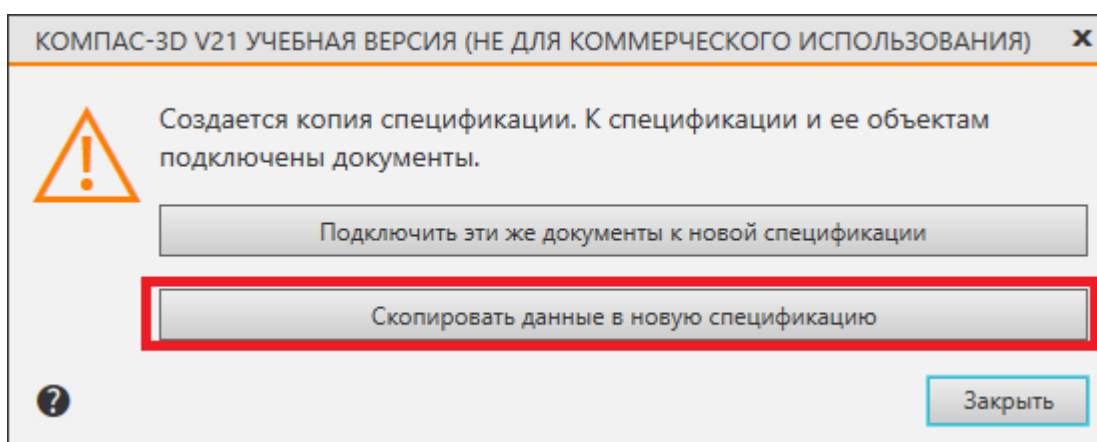


Рисунок 97 – Вариант сохранения спецификации

В результате сохранения будет получена спецификация с возможностью редактирования элементов базовых объектов. Окончательное оформление спецификации производится при помощи отключения автосортировки (Рисунок 93) позиций и удаления обозначений.

Следует отметить что при внесении изменений в конструкцию приспособления или редактировании состава изделия необходимо каждый раз выполнять этапы 5 и 6 предложенного алгоритма.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Из каких этапов состоит алгоритм подготовки спецификации?
2. Какие существуют методы заполнения свойств модели при подготовке спецификации?
3. В чем заключается разница между спецификацией в среде модели и в модуле ЕСКД?
4. Каким образом осуществляется настройка правил нумерации позиции?
5. В чем заключается возможность контроля нанесения позиций на сборочном чертеже?
6. Изучить методику подготовки данных и формирования спецификаций в модуле КОМПАС-3D.
7. По выданному преподавателем заданию подготовить и сгенерировать спецификацию.
8. Сохранить отчет в виде документа MS Excel.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
«Проектирование технологической оснастки»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и отражают основные этапы самостоятельной работы и требования к ее организации. Методические указания составлены в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, рабочим учебным планом и программой дисциплины «Проектирование технологической оснастки».

Составитель к.т.н., доцент С.А. Сидоренко

Содержание

Введение.....	4
1. Общая характеристика самостоятельной работы при изучении дисциплины «Проектирование технологической оснастки».....	5
2. План-график выполнения самостоятельной работы	8
3. Текущая аттестация.....	10
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	10
5. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	13
Перечень основной литературы:	23
Перечень дополнительной литературы:	23
Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:	23
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	24

Введение

Самостоятельная работа представляет собой вид к планируемой учебной и учебно-исследовательской деятельности студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основным принципом организации СРС является перевод всех студентов на индивидуальную работу с переходом от формального выполнения определенных заданий при пассивной роли студента к познавательной активности с формированием собственного мнения при решении поставленных проблемных вопросов и задач.

Целями самостоятельной работы студентов является:

- научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией,
- заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию;
- развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем;
- самостоятельное овладение знаниями, умениями и навыками из области профессиональными деятельности.

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

- систематизация, углубление и закрепление полученных знаний и умений;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление плана работы, подготовка методического обеспечения);
- основной (реализация плана, поиск необходимой информации, переработка и усвоение материала, применение приобретенных знаний и навыков);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация).

1. Общая характеристика самостоятельной работы при изучении дисциплины «Проектирование технологической оснастки»

Цель: Целью изучения дисциплины является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Задачи дисциплины:

- изучить виды технологической оснастки;
- изучить методику выбора технологической оснастки;
- овладение методами проектирования и расчёта технологической оснастки.

.

Цели и задачи самостоятельной работы: Самостоятельная работа направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов;

- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Виды самостоятельной работы

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено самостоятельное изучение материалов по темам практических работ.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта по заданным темам на базе рекомендованной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам, оформление отчета, поиск необходимой справочной информации.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит формирование профессиональных компетенций представленных ниже:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2. Способен обеспечивать технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности.	ИД-1 _{ПК-2} Анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности	Умеет анализировать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности
ПК-6. Способен выполнять проектирование простой технологической оснастки механосборочного производства.	ИД-1 _{ПК-6} Проектирует простые приспособления механосборочного производства	Умеет проектировать простые приспособления механосборочного производства

	ИД-2 _{ПК-6} Проектирует простые контрольно-измерительные приспособления	Умеет проектировать простые контрольно-измерительные приспособления
--	--	---

Для успешного выполнения данного вида работ, необходимо самостоятельно детально изучить материалы по представленным темам по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
	7 семестр				
1	Подготовка к лекционным занятиям.	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2
2	Подготовка к практическим занятиям	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2
3	Самостоятельное изучение тем 1-9.	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2
4	Выполнение РГР	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2
5	Подготовка к экзамену	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе студентов относится подготовка к практическим занятиям по результатам которой студент представляет отчет преподавателю и проходит собеседование.

При самостоятельной подготовке к практическому или лабораторному занятию студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;
- изучает информационные материалы;
- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.

Также в качестве самостоятельной работы студента предусмотрено выполнение РГР, календарный план, формируемые компетенции и рекомендации по выполнению которой представлены в соответствующих методических указаниях.

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Студентам при самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Классификация технологической оснастки	1 неделя
2	Составные элементы оснастки и их функции	2 неделя
3	Делительные, фиксирующие и вспомогательные элементы	3 неделя
4	Расчёт необходимой точности и выбор базирующих и координирующих устройств	4 неделя
5	Зажимные устройства и их расчёт	5 неделя
6	Зажимные механизмы и их расчёт	6 неделя
7	Силовые устройства и их расчёт	7 неделя
8	Силовые приводы и их расчёт	8 неделя
9	Методы проектирования оснастки	5 неделя
10	Разработка конструктивного исполнения технологической оснастки	10 неделя
11	Методы проектирования контрольно - измерительных устройств	11 неделя
12	Особенности проектирования универсальных приспособлений	12 неделя
13	Особенности проектирования универсальных приспособлений	13 неделя
14	Приспособления для станков с ЧПУ	14 неделя
15	Проектирование и расчет шаблонов	15 неделя
16	Проектирование и расчет калибров	16 неделя

17	Проектирование приспособлений для контроля точности взаимного расположения поверхностей деталей	17 неделя
18	Общие требования безопасности к технологической оснастке	18 неделя
19	Выполнение РГР	1-16 недели

Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

очная форма обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
ИД-1 _{ПК-2} ; ИД-1 _{ПК-6} ; ИД-2 _{ПК-6} ; ИД-3 _{ПК-6} .	Подготовка к лекциям	Собеседование	3,2	0,4	3,6
ИД-1 _{ПК-2} ; ИД-1 _{ПК-6} ; ИД-2 _{ПК-6} ; ИД-3 _{ПК-6} .	Подготовка к практическим занятиям	Собеседование	6,5	0,7	7,2
ИД-1 _{ПК-2} ; ИД-1 _{ПК-6} ; ИД-2 _{ПК-6} ; ИД-3 _{ПК-6} .	Выполнение РГР	Защита РГР	13,5	1,5	15
ИД-1 _{ПК-2} ; ИД-1 _{ПК-6} ; ИД-2 _{ПК-6} ; ИД-3 _{ПК-6} .	Самостоятельное изучение материала по темам 1-18	Собеседование	25,4	2,8	28,2
ИД-1 _{ПК-2} ; ИД-1 _{ПК-6} ; ИД-2 _{ПК-6} ; ИД-3 _{ПК-6} .	Подготовка к экзамену	Собеседование	52,5	1,5	54
Итого за 7 семестр			101,1	6,9	108
		Итого	101,1	6,9	108

3. Текущая аттестация

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине, в форме собеседования проводимого по результатам выполнения практических работ. Допуск к защите практических работ происходит при наличии у студентов выполненного задания. Защита отчета проходит в форме собеседования по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если задание соответствует установленным требованиям, а ответы на задаваемые вопросы полностью раскрывают суть работы.

Основанием для снижением оценки являются:

- небрежное оформление отчета;.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- неверные результаты расчетов или измерений;
- ошибки в выводах;
- неспособность защиты материала практической работы;
- не согласие студента с оценкой.

Критерии оценивания компетенций указаны после каждого вида самостоятельной работы

4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все

выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по анало-

гии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ КОНСПЕКТА:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

5. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Основная цель таких занятий – помочь студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести навыки творческой работы над документами и первоисточниками. Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях и в методических указаниях по данной дисциплине.

При подготовке к занятию студенту необходимо, прежде всего, найти страницы в конспекте лекций, разделы в учебниках и учебных пособиях, чтобы получить общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Подготовка к занятию включает 2 этапа:

1й – организационный;

2й - закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В начале занятия студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения публичного выступления. В процессе творческого обсуждения и дискуссии вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов.

Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

- Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

При подготовке к практическому занятию в качестве альтернативной замены конспекту преподаватель может предложить студентам составление презентаций.

Защита практической работы проводится в виде беседы со студентом по анализу полученных результатов, выводов и теоретическим основам материала по вопросам для собеседования.

7. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Комплект заданий для РГР

Расчётно-графическая работа выполняется по теме «Проектирование приспособлений для механической обработки и контроля детали» – задания индивидуальные.

Целью расчётно-графической работы является практическое освоение этапов проектирования станочного приспособления для обработки детали и контрольного приспособления.

Объём расчётно-графической работы

Расчётно-графическая работа состоит из пояснительной записки объёмом 15 - 20 страниц формата А4 и графической части – 1,5 листа формата А1.

Содержание расчётно-графической работы

Графическая часть расчётно-графической работы состоит из:

- Сборочный чертёж приспособления для механической обработки – 1 лист формата А1.
- Сборочный чертёж приспособления для контроля – 0,5 листа формата А1.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

Содержание. Введение.

1 Проектирование приспособления для механической обработки.

1.1 Анализ исходных данных (модель и эскиз детали, материал, инструмент, станок, эскиз операции). 1.2 Разработка схемы установки заготовки (схема базирования, схема закрепления, схема установки). 1.3 Описание конструкции приспособления. 1.4 Расчёт приспособления на точность. 1.5 Проектирование зажимного устройства (расчет активных сил, схема силового расчета, расчет прочности деталей).

2 Проектирование контрольного приспособления.

2.1 Разработка схемы контроля. 2.2 Конструкция контрольного приспособления. 2.3 Расчет погрешности контроля.

Заключение. Список использованных источников. Приложения (Графическая часть, спецификации).

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий проектирования и анализа, при анализе привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоения компетенций.

1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: защиту РГР. Предлагаемые студенту задания по контрольной работе позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-2}; ИД-1_{ПК-6}; ИД-2_{ПК-6}; ИД-3_{ПК-6}.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке заданий, оцениваются: соответствие содержания заданию на РГР, последовательность и рациональность выполнения заданий, самостоятельность выполнения работы, правильность и точность расчётов, правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} ; ИД-1 _{ПК-6} ; ИД-2 _{ПК-6} ; ИД-3 _{ПК-6} .	степень усвоения программного материала	
	соответствие содержания заданию	
	последовательность и рациональность выполнения заданий	
	самостоятельность выполнения работы	
	правильность и точность расчётов	
	правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам	
	инициативность в поиске информации	

Вопросы к экзамену*

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

- 1 Виды технологической оснастки. Классификация станочных приспособлений.
- 2 Типовые базирующие элементы приспособлений. Конструкция, применение.
- 3 Конструкции дополнительных (подводимых) опор и особенности их применения.
- 4 Приводы приспособлений с затратой электроэнергии.
- 5 Использование сил резания для зажима заготовки.
- 6 Правило шести точек, применительно к приспособлениям.
- 7 Причины возникновения погрешностей при обработке заготовок в приспособлениях.
- 8 Методика проектирования технологической оснастки.
- 9 Погрешность базирования при установке заготовки в призме.
- 10 Погрешность базирования заготовки на оправке.
- 11 Коэффициент запаса надёжности зажима: формула, характеристика составляющих.
- 12 Силовые устройства приспособлений (приводы).
- 13 Пневматические приводы. Пневматические поршневые приводы.
- 14 Гидравлические приводы. Вращающиеся гидроцилиндры. Гидроцилиндры одно и двустороннего действия.
- 15 Приспособления для сверлильных станков.
- 16 Приспособления для фрезерных станков.
- 17 Методика расчёта экономической эффективности применения технологической оснастки.
- 18 Особенности применения универсально-сборной оснастки для станков с ЧПУ.
- 19 Конструкция универсально-сборной оснастки для станков с ЧПУ.
- 20 Особенности конструкции и применения оснастки для многоцелевых станков.
- 21 Погрешности установки. Определение погрешности установки. Способы уменьшения погрешности.
- 22 Выбор координирующих и базирующих устройств.
- 23 Определение силы зажима при различных схемах нагружения заготовки в приспособлениях.
- 24 Расчёт сил зажима. Клиновой зажим.
- 25 Расчёт сил зажима. Рычажный зажим.
- 26 Расчёт сил зажима. Винтовой зажим
- 27 Расчёт сил зажима. Эксцентриковый зажим.
- 28 Расчёт сил зажима. Цанговый зажим.
- 29 Расчёт сил зажима. Комбинированные зажимы
- 30 Контрольно-измерительные устройства. Устройства, устанавливаемые на технологической оснастке в автоматизированном производстве.
- 31 Расчёт погрешности приспособления.
- 32 Переналаживаемая оснастка: основные определения, примеры.
- 33 Ориентирующие и самоцентрирующие устройства.
- 34 Инерционные приводы приспособлений.
- 35 Делительные, фиксирующие и вспомогательные элементы приспособлений.
- 36 Силы, действующие на заготовку, обрабатываемую в приспособлении.
- 37 Пнеumoцилиндры вращающиеся. Стационарные пневмоцилиндры.
- 38 Пнеumoгидравлические приводы. Механогидравлические приводы.
- 39 Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков.
- 40 Особенности проектирования сборочных приспособлений.

- 41 Особенности конструкции и применения оснастки для гибких автоматизированных производств.
- 42 Погрешность закрепления. Методика определения погрешности. Структура погрешности.
- 43 Расчёт необходимой точности приспособления.
- 44 Зажимные устройства и методика их выбора.
- 45 Исходные данные и задачи проектирования приспособлений.
- 46 Расчёт погрешности положения приспособления на станке.
- 47 Загрузочно-ориентирующие устройства и их расчёт.
- 48 Переналаживаемая оснастка. Системы УБП, УНП.
- 49 Переналаживаемая оснастка. Системы УСП, НСП.
- 50 Переналаживаемая оснастка. Системы СРП, СНП.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных ситуаций, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоения компетенций.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 2 вопроса. Ответ повышенного уровня отличается от ответа базового уровня многовариантностью рассматриваемых ситуаций и необходимостью выполнить качественный и количественный анализ при обосновании принятых решений. При ответе повышенного уровня, как правило, должна быть использована информация из специальной и научной литературы.

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования справочниками и калькулятором.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} ;	степень усвоения программного материала	
ИД-1 _{ПК-6} ;	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
ИД-2 _{ПК-6} ;		

	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Вопросы для собеседования

Тема 1.	Классификация технологической оснастки
1	Основные понятия и определения.
2	Виды технологической оснастки.
3	Универсальные приспособления. Универсальные безналадочные приспособления.
4	Специализированные наладочные приспособления. Универсально-сборочные приспособления.
5	Сборно-разборные приспособления. Специальные приспособления.
Тема 2.	Составные элементы оснастки и их функции
1	Установочные элементы.
2	Зажимные элементы.
3	Силовые устройства.
4	Типовые базирующие элементы приспособлений.

Тема 3.	Делительные, фиксирующие и вспомогательные элементы
1	Делительные устройства
2	Фиксирующие элементы
3	Вспомогательные элементы

Тема 4.	Расчёт необходимой точности и выбор базирующих и координирующих устройств
1	Погрешность установки.
2	Погрешность базирования

Тема 5	Зажимные устройства и их расчёт
1	Зажимные устройства и методика их выбора.
2	Требования к зажимным устройствам
3	Расчёт сил зажима.
4	Рычажный зажим.
5	Винтовой зажим.

Тема 6	Зажимные механизмы и их расчёт
1	Зажимные устройства и методика их выбора.
2	Требования к зажимным устройствам
3	Расчёт сил зажима.
4	Рычажный зажим.
5	Винтовой зажим.

Тема 7	Силовые устройства и их расчёт
1	Силовые устройства приспособлений (приводы).

2	Пневматические приводы.
3	Пневматические поршневые приводы.

Тема 8	Силовые приводы и их расчёт
1	Силовые приводы.
2	Гидравлические приводы
3	Комбинированные приводы

Тема 9	Методы проектирования оснастки
1	Алгоритм проектирования
2	Критерии проектирования.
3	Технические требования

Тема 10.	Разработка конструктивного исполнения технологической оснастки
1	Гидравлические приводы.
2	Вращающиеся гидроцилиндры.
3	Гидроцилиндры одно и двустороннего действия.
4	Пневмогидравлические приводы.
5	Загрузочно-ориентирующие устройства и их расчёт.

Тема 11.	Методы проектирования контрольно - измерительных устройств
1	Виды КИУ
2	Классификация КИУ
3	Методы расчета КИУ

Тема 12.	Особенности проектирования универсальных приспособлений
1	Приспособления для сверлильных станков.
2	Приспособления для фрезерных станков.

Тема 13.	Приспособления для станков с ЧПУ
1	Контрольно-измерительные устройства,
2	Методика расчёта экономической эффективности применения технологической оснастки.

Тема 14	Контрольно-измерительные устройства приспособлений для станков с ЧПУ
1	Контрольно-измерительные устройства,
2	Методика расчёта экономической эффективности применения технологической оснастки.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические зна-

ния имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические и лабораторные работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-2}; ИД-1_{ПК-6}; ИД-2_{ПК-6}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} ; ИД-1 _{ПК-6} ; ИД-2 _{ПК-6} .	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы:

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>

Перечень дополнительной литературы:

- 1 Практика проектирования технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Малов [и др.] ; Под общ. ред. В. Т. Сеницына. — 2-е изд., стер. — Старый Оскол : ТНТ, 2019. — 308 с. : ил. — Гриф: Доп. УМО. — ISBN 978-5-94178-419-6; 621_П 69
2. Горохов, В. А. Проектирование технологической оснастки : учебник для студентов вузов, обучающихся по напр. "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. — 2-е изд., стер. — Старый Оскол : ТНТ, 2018. — 432 с. : ил. — Гриф: Доп. УМО. — ISBN 978-5-94178-210-9; 621_Г 70

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

- 1 Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Проектирование технологической оснастки»; Направление подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностро-

ительных производств»; направленность (профиль) «Технология машиностроения», / сост. С. А. Сидоренко - Ставрополь : СКФУ, 2026. – электронная версия.

2. «Проектирование технологической оснастки» методические указания к выполнению расчётно-графической работы; Направление подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»; направленность (профиль) «Технология машиностроения», / сост. С. А. Сидоренко- Ставрополь : СКФУ, 2026. – электронная версия.

3. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Проектирование технологической оснастки»; Направление подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»; направленность (профиль) «Технология машиностроения», / сост. С. А. Сидоренко - Ставрополь : СКФУ, 2026. – электронная версия.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. 1. <https://www.chipmaker.ru> Chipmaker.ru Все о работе с металлом
2. 2. <http://cccp3d.ru/> Форум CAD/CAM/CAE/PLM
3. 3. <https://cad.ru/ru/> Русская промышленная компания
4. 4. <http://sapr.ru/> Журнал САПР и графика

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине

«Проектирование технологической оснастки»

для студентов направления подготовки

15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Данные указания являются методическим обеспечением самостоятельной работы студентов по дисциплине “Проектирование технологической оснастки” по выполнению расчётно-графической работы для студентов направления подготовки 15.03.05.

Раскрыто содержание задания, порядок его выполнения; представлены теоретические основы по отдельным вопросам; приведен пример проектирования станочного приспособления для заданной детали. Особенности проектирования контрольно-измерительных приспособлений отражены в практических занятиях по дисциплине.

Составитель: доц., к.т.н., С.А. Сидоренко

Содержание

1	Содержание и объём задания.....	4
2	Последовательность выполнения задания.....	4
2.1	Анализ исходных данных.....	4
2.2	Разработка схемы базирования и установки.....	4
2.3	Расчёт приспособлений на точность.....	6
2.4	Проектирование зажимного устройства.....	8
2.4.1	Определение зажимного усилия.....	8
2.4.2	Выбор зажимного устройства.....	8
2.4.3	Расчёт деталей зажимного устройства.....	9
2.5	Разработка сборочного чертежа приспособления и спецификации.....	9
3	Пример проектирования станочного приспособления.....	10
	Литература.....	16
	Приложение А.....	17
	(обязательное)	

1 Содержание и объём задания

В качестве задания выдается чертеж детали; указывается операция по обработке элемента детали и тип производства; эта операция оснащается станочным приспособлением. Например, фрезеровать шпоночный паз на валу или выполнить отверстие. В первом случае операция будет называться фрезерной и соответственно приспособление фрезерное; во втором случае операция сверлильная и соответственно приспособление именуется сверлильным.

Графическая часть задания включает чертеж детали, сборочный чертеж приспособления и спецификации.

Текстовая часть задания включает анализ задания, описание схемы базирования и установки, расчёт приспособления на точность, определение зажимного усилия, расчёт деталей зажимного устройства, описание приспособления и принципа его работы.

2 Последовательность выполнения задания

2.1 Анализ исходных данных

Дается характеристика детали, материала, из которого она выполнена; определяется точность расположения обрабатываемого элемента относительно других элементов детали (допуски параллельности, перпендикулярности, допуски линейных размеров), наличие поверхностей, которые могут быть приняты за базы при разработке схемы базирования и установки, оценивается качество обработанных поверхностей шероховатость и геометрические параметры обрабатываемого элемента.

С учётом заданного типа производства разрабатывается идея возможного варианта приспособления для заданной операции и предварительно принятого металлорежущего станка и режущего инструмента.

2.2 Разработка схемы базирования и установки

Здесь надо вспомнить правило шести точек: “Чтобы придать заготовке вполне определенное положение в приспособлении, установленном на столе станка, относительно режущего инструмента необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, шесть геометрических связей, лишаящих её шести степеней свободы”.

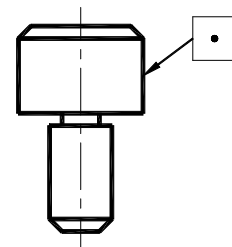
Сначала выбирают станок, на котором будет выполняться операция, режущий инструмент (фреза, сверло, метчик), затем располагают заготовку относительно направления подачи стола станка так, чтобы выбранным инструментом можно было обработать заданный элемент. После этого на заготовку накладывают шесть геометрических связей, наносят шесть опорных точек. Причем, заготовка на шести опорных точках должна занимать устойчивое положение до приложения зажимных усилий.

Заготовка устанавливается в приспособлении на установочные элементы: единичные опоры (штыри), призмы (узкие и широкие), пальцы (короткие и длинные), плоскость, оправки.

Полезно знать, скольких степеней свободы лишают перечисленные установочные элементы:

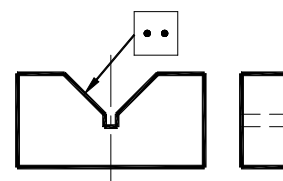
единичная опора –

лишает одной степени свободы (в квадрате одна точка) - опорная база;



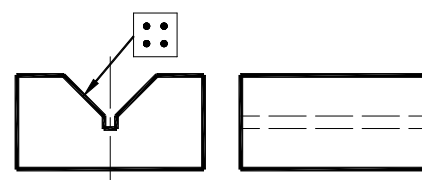
призма узкая –

лишает двух степеней свободы (в квадрате две точки) - двойная опорная база;



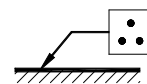
призма широкая –

лишает четырех степеней свободы (в квадрате четыре точки) – двойная направляющая база;



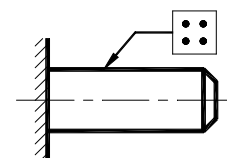
плоскость –

лишает трех степеней свободы (в квадрате три точки) – установочная база;



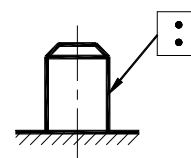
оправка –

лишает четырех степеней свободы (в квадрате четыре точки) - двойная направляющая база;



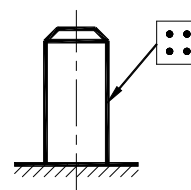
палец короткий –

лишает двух степеней свободы (в квадрате две точки) - двойная опорная база;



палец длинный –

лишает четырех степеней свободы (в квадрате четыре точки) - двойная направляющая база.



Установка цилиндрической заготовки в центрах лишает её пяти степеней свободы (остается только одна степень свободы – вращение).

Пример схем базирования:

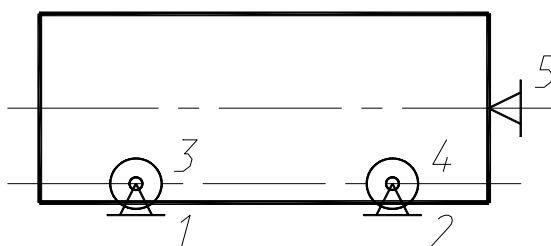


Рисунок 1 – Базирование заготовки цилиндрической поверхностью

Опорные точки обозначаются следующим образом:



– вид спереди

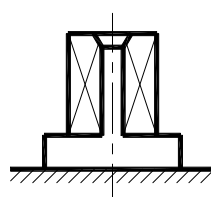


– вид сверху

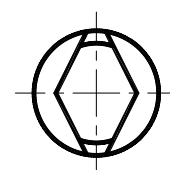


– вид снизу

Палец ромбический срезанный



(вид сверху)



Установка включает два приема: базирование и закрепление.

Схема установки отличается тем, что опорные точки, показанные на схеме базирования, заменяются (материализуются) установочными элементами и показываются места приложения зажимных усилий.

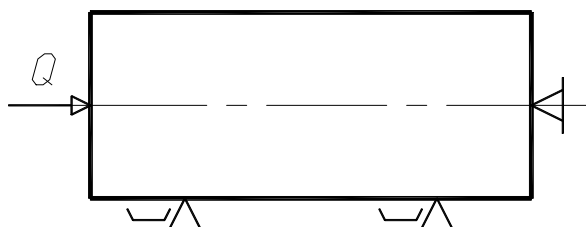


Рисунок 2 – Схема установки заготовки цилиндрической поверхностью

2.3 Расчёт приспособлений на точность

Он сводится к определению погрешности установки (ϵ_y) и сравнение её с допуском на выполняемый размер (JTA , где A – выполняемый размер). $[\epsilon_y] = JTA$ – допускаемая погрешность.

Необходимо выполнить неравенство:

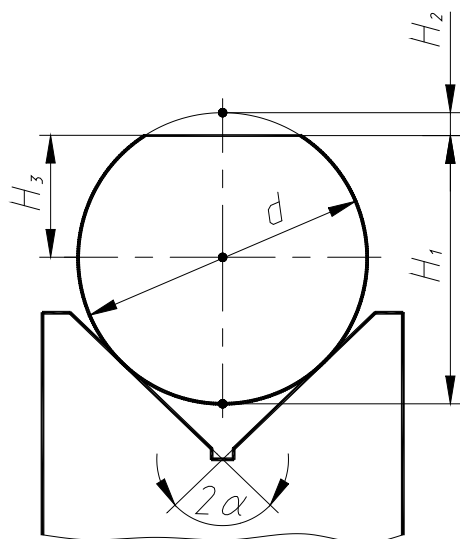
$\epsilon_y \leq [\epsilon_y]$ – полученная расчётная погрешность установки должна быть меньше (или равняться, что нежелательно) допускаемой погрешности для данного размера. Нежелательно потому, что изменения условий обработки могут привести к возрастанию погрешности установки, а это приведет к неравенству $\epsilon_y > [\epsilon_y]$, что недопустимо.

Погрешность установки ϵ_y определяется по формуле:

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_6^2 + \epsilon_{30}^2} + \epsilon_{3и} + \epsilon_{yc} + \epsilon_{п} + \epsilon_c, \quad (1)$$

где ϵ_6 – погрешность базирования, определяется расчётами.

При установке цилиндрической заготовки в призмах погрешность базирования ϵ_6 определяется по следующим формулам:

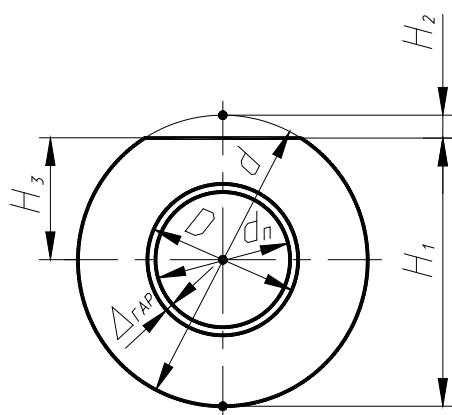


$$\epsilon_{6H1} = 0,5JTd \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)$$

$$\epsilon_{6H2} = 0,5JTd \left(\frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)$$

$$\epsilon_{6H3} = \frac{0,5JTd}{\sin \alpha}$$

Рисунок 3 – Установка цилиндрической заготовки в призмах



При установке на базовое отверстие погрешность базирования определяется по следующим формулам:

$$\epsilon_{6H1;H2} = 0,5JTd + JTD + JTd_{п} + \Delta_{гар} + 2e,$$

$$\epsilon_{6H3} = JTD + JTd_{п} + \Delta_{гар} + 2e,$$

где e – величина эксцентриситета базового отверстия относительно наружного диаметра;

$\Delta_{гар}$ – гарантированный зазор посадки.

Рисунок 4 – Установка цилиндрической заготовки на базовое отверстие

ϵ_{30} – погрешность закрепления основная определяется по формуле:

$$\epsilon_{30} = \sqrt{(\epsilon_3^I)^2 + (\epsilon_3^{II})^2 + (\epsilon_3^{III})^2}, \quad (2)$$

где ϵ_3^I – погрешность из-за непостоянства силы зажима;

ϵ_3^{II} – погрешность из-за неоднородности шероховатости базы заготовки;

ϵ_3^{III} – погрешность из-за неоднородности волнистости базы заготовки.

$\varepsilon_{3И}$ – погрешность закрепления из-за износа опорной поверхности установочного элемента. Более подробно см. [3.Т1].

Для остальных погрешностей можно принимать значения:

ε_C = от 0,01 до 0,02 мм,

$\varepsilon_{УС}$ = от 0,01 до 0,005 мм,

$\varepsilon_{И}$ = от 0,02 до 0,04 мм.

2.4 Проектирование зажимного устройства

2.4.1 Определение зажимного усилия

Зажимное усилие должно быть достаточным, чтобы обеспечить контакт поверхностей (баз) заготовки с установочными элементами во время обработки при действии сил резания, чтобы предотвратить появление вибрации.

С учетом коэффициента запаса (K) устанавливается равенство

$$Q = K * P, \quad (3)$$

где Q – зажимное усилие, Н;

K – коэффициент запаса зажимного усилия;

P – сила резания, Н.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 \quad (4)$$

$$K_0 = 1,5 \dots 2,5$$

Значения коэффициентов K_1 , K_3 , K_4 , K_5 , K_6 берутся по таблице 1, а K_2 – по таблице 2 Приложения А.

Силы резания P определяются, исходя из вида резания, инструмента и режимов резания [6].

Определение зажимных сил ведут в следующей последовательности:

- 1) составляют схему всех сил, действующих на заготовку в процессе её обработки (силы резания, реакции опор, силы трения и силы зажима);
- 2) исходя из условия равновесия, составляют уравнение сил, действующих на заготовку;
- 3) определяют значение коэффициента запаса (K);
- 4) решая уравнение (3), определяют значение Q .

2.4.2 Выбор зажимного устройства

При выборе зажимного устройства следует учитывать такие факторы, как постоянство развиваемого усилия (при ручном зажиме такого постоянства нет); время срабатывания зажимного устройства (оно должно быть минимальным); тип производства. При единичном и мелкосерийном производстве рекомендуется использовать ручные зажимы, а при серийном и крупносерийном – механические зажимы.

В качестве привода чаще используются пневмоцилиндры. В качестве зажимных устройств могут быть рекомендованы винтовые, клиновые, эксцентриковые, а также рычажные зажимы. Выбор их зависит от требуемого усилия зажима, быстроты срабатывания, простоты конструкции. Элементы этих механизмов ГОСТованы [3].

2.4.3 Расчёт деталей зажимного устройства

В основном это прочностные расчёты. Рассчитывают наиболее нагруженные детали приспособления (шпильки, прихваты, рычаги).

2.5 Разработка сборочного чертежа и спецификации

Выбирают главный вид изделия и определяют количество видов и изображений, достаточных для раскрытия конструкции составных частей, входящих в приспособление; должна быть показана форма каждой детали, способы соединения деталей между собой.

Начинают с изображения установочных элементов, причем они вычерчиваются на всех видах одновременно; затем показывают зажимные устройства. Желательно на всех видах и разрезах показать контуры обрабатываемой детали тонкими линиями.

Затем формируют корпус приспособления, который объединяет зажимные устройства, установочные элементы и другие составляющие приспособления. В корпус входит опорная плита. Стойки и другие детали соединяются с опорной плитой посредством винтовых (болтовых) соединений с установкой двух фиксирующих штифтов. Опорная плита должна быть снабжена двумя шпонками, расположенными на продольной оси опорной плиты; размеры шпонок согласовываются с размерами “Т” – образных пазов стола станка. По этой же оси располагаются вырезы для крепежных болтов, входящих в “Т” – образные пазы стола станка.

Сварка деталей корпуса с опорной плитой не допускается!

Необходимо предусматривать устройство управления приспособлением; если приспособление снабжено пневмоцилиндром, то необходимо предусмотреть в составе приспособления кран управления, а также соединения пневмоцилиндров с сетью сжатого воздуха (шланги, соединительные медные трубки, штуцера и т.д.).

По возможности необходимо использовать в конструкции приспособления больше стандартных деталей (установочные элементы, плиты, призмы, установочные призмы, планки и т.п. относятся к стандартным деталям [3]). Чем больше таких деталей в конструкции приспособления, тем оно надёжнее.

Сборочный чертёж снабжается надписью над основной надписью чертежа:

Техническая характеристика

- 1 Назначение приспособления.
- 2 Зажимное усилие, развиваемое зажимным устройством, Н.
- 3 Время срабатывания привода приспособления, с.
- 4 Масса устанавливаемой детали, кг.

Технические требования

- 1 Смазка трущихся деталей (указать вид масла).
- 2 Регулировка, предусмотренная в приспособлении.
- 3 Обеспечение подвижного соединения деталей.
- 4* Размеры для справок.

Спецификация (ГОСТ 2.108-68).

Спецификация определяет состав изделия (сборочной единицы).

Спецификация состоит из разделов, располагаемых в следующем порядке: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы.

Если в изделие не входят составные части, относящиеся к какому либо разделу, то этот раздел в спецификации опускают. Сначала составляют спецификацию с обозначением номеров позиций каждой детали, а потом эти номера позиций переносятся на сборочный чертёж.

Раздел “Детали”.

Сначала обозначают более важные детали (корпус, плита, вал, крышка и т.д.), а затем все остальные.

Раздел “Стандартные изделия”.

Детали указывают в алфавитном порядке по группам (болты, винты и т.д.). В пределах каждого наименования группы – в порядке возрастания обозначения стандарта, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия. Допускается в каждой группе обозначать наименование группы, государственный стандарт (первая строка), а затем указывать только основные параметры изделия.

Раздел “Материалы”.

В этом разделе записывают материалы, входящие непосредственно в сборочную единицу (изделие): бумажные и текстильные материалы, резиновые и кожаные материалы.

Рекомендуется предусматривать запасные позиции: в спецификации наносится номер позиции, но её строка остается незаполненной и на чертеже эту позицию не проставляют.

При обнаружении пропущенной детали (не учтенной в спецификации) используется запасная позиция, которая избавляет от исправления множества позиций в спецификации и на чертеже.

3 Пример проектирования станочного приспособления

В разработанном технологическом процессе изготовления ступенчатого вала в условиях серийного производства имеется фрезерная операция по изготовлению шпоночной канавки.

Требуется сконструировать приспособление для этой операции.

Основными исходными данными для этой работы являются: чертеж обрабатываемой детали, маршрутная карта технологического процесса механической обработки (МК), операционная карта механической обработки на рассматриваемую операцию (ОК), карта эскиза (КЭ) с изображением операционного эскиза на операцию и указание о типе производства.

Решение.

1. Деталь – ступенчатый стальной вал обрабатывается на горизонтально-фрезерном станке модели 6Р82Г. Производится фрезерование открытого шпоночного паза шириной 20 мм и длиной 25 мм с полной глубиной 7,9 мм и с выходом

дна паза по радиусу $R = 40$ мм (рисунок 5). Обработка ведется трехсторонней дисковой фрезой $D = 80$ мм. Длина канавки задана от левого торца.

Технологическая база – три поверхности: 2 цилиндрические поверхности $\varnothing 65,2$ h9 и $\varnothing 60,2$ h9 и левый торец вала. Поверхность, воспринимающая зажимную силу, – цилиндрическая поверхность $\varnothing 90$ мм.

Посадочное место станка для приспособления – стол с рабочей поверхностью 1250×320 мм и тремя Т-образными пазами шириной 18 мм в верхней части паза, расположенными с шагом 70 мм.

2. Конструирование приспособления начинается с выполнения сборочного чертежа или чертежа общего вида.

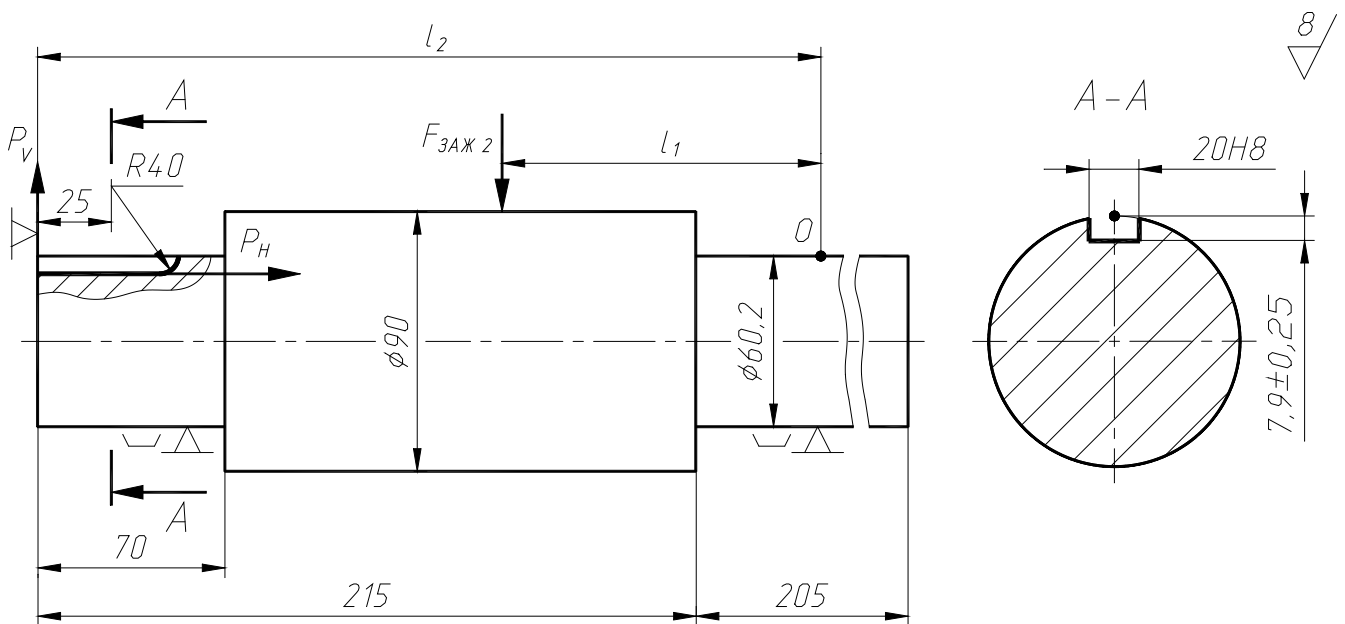


Рисунок 5

Работу начинают с изображения детали в двух-трех проекциях тонкими или штрих пунктирными линиями в положении, которое она занимает в этой операции. Между проекциями оставляют место для размещения всех элементов приспособления (рисунок 6,а).

Направляющим элементом приспособления для правильной взаимной ориентации фрезы и заготовки с приспособлением принимаем угловой установ 6 по ГОСТ 13345-78, но выполняем его зацело со стойкой для сокращения числа деталей.

Установочными элементами принимаем две стандартные опорные призмы 7 по ГОСТ 12195-66 и в качестве упора для торца – постоянную опору с плоской головкой 22 по ГОСТ 13340-68. Призмы и установ крепим винтами, а для предотвращения от сдвига используются штифты.

Для зажима принимаем ручной резьбовой передвижной (отводной) прихват. В его комплект входят: сам прихват 9 по ГОСТ 4735-69, шпильки 19, пружина 18, опора 20, гайки 11,21 и шайбы 16,17.

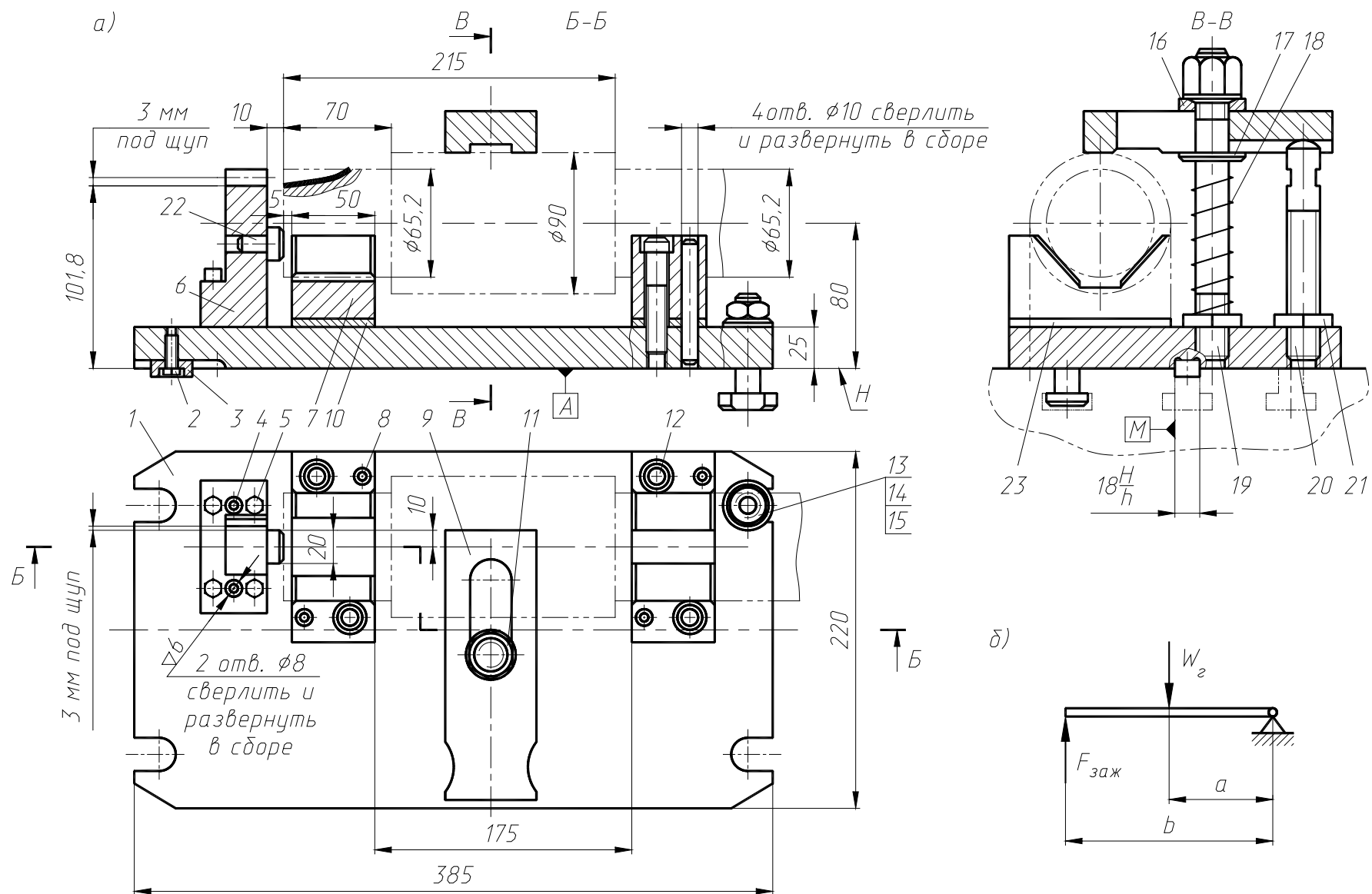


Рисунок 6 – Приспособление фрезерное

Корпус приспособления, имеющий вид плиты, выполняется стандартным по ГОСТ 12947-67 или 12948-67. Корпус имеет четыре проушины для крепления на столе станка.

В качестве центрирующих элементов используются две призматические привертные или круглые шпонки. Приспособление крепят к Т-образным пазам болтами, шайбами и гайками.

Общий вид (сборочный чертеж) приспособления должен отвечать требованиям ЕСКД. На нем необходимо проставить габаритные и установочные размеры заготовки, размеры, связывающие приспособление с режущим инструментом (размер “под щуп”) и со столом станка (соединение “паз-шпонка”), а также размеры ответственных соединений и агрегатов.

На чертеже приспособления излагаются технические требования (ТТ), предъявляемые к приспособлению:

- 1) допуск параллельности общей оси призмы 7 относительно поверхности А равна 0,1 мм;
- 2) допуск параллельности общей оси призмы 7 относительно поверхности Б двух шпонок 3 равен 0,1 мм;
- 3) Задир и забоины на рабочих поверхностях не допускаются;
- 4) Нерабочие поверхности оксидировать.

Указываются так же условия и сроки проверки приспособления в эксплуатации.

Для приспособления должна быть составлена спецификация в соответствии с ГОСТ 2.108-68.

В конструкции приспособления из 45 деталей – только 2 оригинальные (установ 6 и прослойка 10), а остальные – стандартные, составляющие 95,6% общего количества. Это положительно сказывается на стоимости проектирования,

изготовления и эксплуатации приспособления.

3. При конструировании приспособления выполняется ряд расчётов, и первым из них – расчёт обеспечения правильного базирования заготовки. Так как заготовка базируется на двух ступенях разного диаметра, то призма под ступень меньшего диаметра должна быть расположена выше призмы под ступень большего диаметра на толщину А прокладки (рисунок 7).

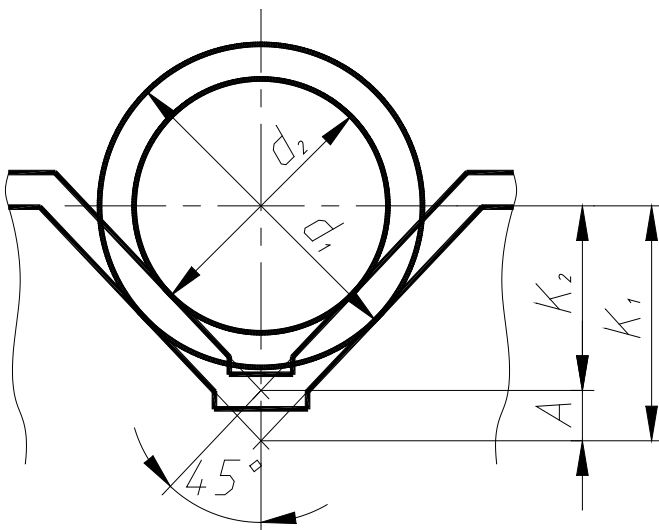


Рисунок 7

$$A = K_1 - K_2 = \frac{d_1}{2 \sin 45^\circ} - \frac{d_2}{2 \sin 45^\circ} = \frac{d_1 - d_2}{2 \sin 45^\circ} = \frac{65,2 - 60,2}{2 \cdot 0,707} = 3,536 \text{ мм.}$$

Далее делают расчёт погрешности базирования. Базирование заготовки в рассматриваемом приспособлении происходит с помощью двух призм с углом $\alpha=90^\circ$. Размер глубины шпоночной канавки задан размером $h_1=7,9\pm 0,25$ (см. ри-

сунок 5) от верхней образующей. Шейка вала имеет допуск, равный $T_d = 0,074$ мм. Возможная погрешность определяется по формуле

$$\varepsilon_1 = 1,21T_d = 1,21 \cdot 0,074 \approx 0,09 \text{ мм.}$$

В нашем случае погрешность базирования меньше допуска размера и точность обработки по этому параметру обеспечена.

Теперь рассмотрим расчёт погрешности по перекосу шпоночного паза. Этот перекося может возникнуть в связи с наличием зазоров между стенками среднего (точного) паза стола, имеющего ширину $18^{+0,045}$ и шпонками приспособления шириной $18^{-0,043}$, находящимися друг от друга на расстоянии 380 мм. Возможная угловая погрешность определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{L} = \frac{18,043 - 17,957}{380} = 0,0002 \text{ мм.}$$

Это значит, что перекося шпоночного паза на длине 100 мм составит 0,02 мм и эту величину нужно сравнить с допуском в технических требованиях к детали.

Одним из основных расчётов является расчёт на надёжность закрепления заготовки. Цель этого расчёта состоит в выяснении значений сил резания и сил зажима, которые будут гарантированно противодействовать силам резания, и обеспечат полную неподвижность и надёжность закрепления заготовки.

Расчёт выполняют в следующем порядке:

1) определяют силы, действующие на заготовку от режущего инструмента. В качестве исходных данных используем данные операционной карты. По ним находим, что мощность резания $N_{PE3} = 1,3$ кВт.

При фрезеровании паза дисковой трехсторонней фрезой возникает сила резания P_z , которую для удобства рассматривают состоящей из P_H – горизонтальной составляющей усилия резания, которая сдвигает заготовку в осевом направлении, и P_V – вертикальной составляющей, опрокидывающей заготовку вокруг точки О (см. рисунок 5).

$$P_z = \frac{60037 N_{\text{рез}}}{V},$$

где $V = 63,8$ м/мин – скорость резания;

$N_{PE3} = 1,3$ кВт – мощность.

Отсюда

$$P_z = 60037 \cdot 1,3 / 63,8 = 1224 \text{ Н;}$$

$$P_H = (1,0 \dots 1,2) P_z = 1,1 \cdot 1224 = 1346 \text{ Н;}$$

$$P_V = (0,2 \dots 0,3) P_z = 0,25 \cdot 1224 = 306 \text{ Н.}$$

Находят силы, действующие на заготовку от зажима. Прихват зажимного устройства приспособления, действующий на заготовку силой $F_{\text{заж}}$ (рисунок 8), вызовет в точках касания заготовки с призмами появление двух реакций R . Рассматривая проекции

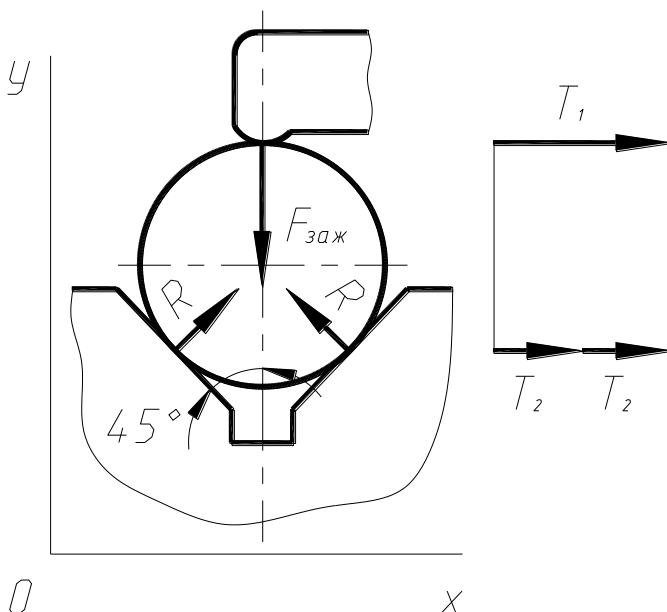


Рисунок 8

всех трех сил ($F_{\text{зж}}$; R ; R) на вертикальную ось, получаем

$$F_{\text{зж}} - 2R \cos 45^\circ = 0,$$

откуда

$$R = \frac{F_{\text{зж}}}{2 \cos 45^\circ} = 0,707 F_{\text{зж}}$$

2) составляют уравнение надежности закрепления, для чего рассматривают отдельно действие сил P_H и P_V :

а) действию силы P_H , стремящейся сдвинуть заготовку в осевом направлении, противодействуют силы трения $\sum T = f(F_{\text{зж}}^H + 2R)$.

Приняв $f = 0,25$, получим $\sum T = 0,6 P_H^H$.

Условие надежности имеет вид $P_H < \sum T$, т.е. $P_H < 0,6 F_{\text{зж}}^H$.

б) от действия силы P_V заготовка может повернуться вокруг точки О, так как на неё действует момент силы $P_V l_2$, а противодействует ему момент силы $F_{\text{зж}}^V l_1$ (см. рисунок 5). Условие надежности имеет вид:

$$P_V l_2 < F_{\text{зж}}^V l_1;$$

3) определяют коэффициенты надежности закрепления, $K = 1,5 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$, пользуясь таблицами 1 и 2:

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34;$$

4) определяют силу зажима для надежного закрепления, имея ввиду условия надежности:

$$K P_H = 0,6 F_{\text{зж}}^H;$$

$$K P_V l_2 = F_{\text{зж}}^V l_1,$$

откуда

$$\begin{aligned} F_{\text{зж}} &= F_{\text{зж}}^H + F_{\text{зж}}^V = 1,1 P_Z K / 0,6 + 0,25 P_Z K l_2 / l_1 = \\ &= 1224 \cdot 2,34 (1,1 / 0,6 + 0,25 \cdot 265 / 125) = 6759,4 \text{ Н}; \end{aligned}$$

5) выбирают гайку для прихвата, используя формулу:

$$W_r = \frac{F_{\text{зж}} b}{a \eta}.$$

При $b=2a$; $\eta=0,95$ получаем $W_r = 6759,4 \cdot 2 / 0,95 = 14,2$ кН. Такое зажимное усилие развивает гайка М30.

Рассчитывают наиболее нагруженные детали приспособления на прочность. В нашем случае к ним относятся детали зажимного устройства. Так, шпильку 19 (см. рисунок 6,а) следует проверить на растяжение силой 14,2 кН, а прочность прихвата 9 на изгиб, как балку, лежащую на двух опорах и нагруженную посередине силой 14,2 кН.

Литература

Перечень основной литературы

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1803-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211958>

Перечень дополнительной литературы:

- 1 Практика проектирования технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Малов [и др.] ; Под общ. ред. В. Т. Сеницына. — 2-е изд., стер. — Старый Оскол : ТНТ, 2019. — 308 с. : ил. — Гриф: Доп. УМО. — ISBN 978-5-94178-419-6; 621_П 69
2. Горохов, В. А. Проектирование технологической оснастки : учебник для студентов вузов, обучающихся по напр. "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. — 2-е изд., стер. — Старый Оскол : ТНТ, 2018. — 432 с. : ил. — Гриф: Доп. УМО. — ISBN 978-5-94178-210-9; 621_Г 70

Приложение А
(обязательное)

Таблица 1

Фактор изменения сил	Коэффициент
Увеличение сил резания из-за неровностей на заготовках	$K_1 = 1,2$ (при черновой обработке)
Прерывистое резание при точении	$K_3 = 1,2$
Непостоянство зажимного усилия	$K_4 = 1,3$ (при ручных зажимах)
Удобство расположения рукояток ручных зажимов	$K_5 = 1,25$ (при неудобном расположении рукояток)
Наличие крутящего момента, стремящегося повернуть заготовку, и наличие больших установочных поверхностей	$K_6 = 1,5$

Таблица 2

Вид обработки	Коэффициент K_2 , учитывающий износ инструмента, для различных компонент силы резания и обрабатываемых материалов							
	Чугун				Сталь			
	P_Z	P_Y	P_X	M_{KP}	P_Z	P_Y	P_X	M_{KP}
Точение и предварительное растачивание	1	1,2	1,25	—	1	1,4	1,6	—
Чистовое растачивание	1,05	1,75	1,5	—	0,95	1,05	1	—
Фрезерование	1,2-1,4	—	—	—	1,2-1,9	—	—	—
Протягивание	—	—	—	—	1,55	—	—	—
Шлифование	—	—	—	—	1,2-1,55	—	—	—
Сверление	1,1	—	—	1,5	1,1	—	—	1,5
Зенкерование:								
черновое	1,2	—	—	1,3	1,2	—	—	1,3
чистовое	1,2	—	—	1,2	1,2	—	—	1,2

Таблица 3 – Прихваты поворотные (ГОСТ 4734-69*). Размеры, мм

Исполнение 1

Technical drawing of a rotating clamp (Исполнение 1) showing side and top views. The side view includes dimensions: l_1 , c , B , 2.5 , d_2 , 120° , d_1 , 4 , H , 4 , 30° , r , l_1 , l_2 , b , h . The top view includes dimensions: $c_1 \times 45^\circ$, 4 фаски, d , B , l , A , L .

Варианты исполнений с плоской поверхностью:

исполнения 1

Исполнение 2

исполнения 2

Technical drawing of a rotating clamp (Исполнение 2) showing side and top views. The side view includes dimensions: h_1 , 4 , b_2 , b_1 , r_1 , $R1$, Вид Г.

Обозначение исполнения		Для исполнений 1 и 2													Для исполнения 1			Для исполнения 2									
1	2	L	B	H	d	d ₁	b	h	l	l ₁	l ₂	r	c	c ₁	d ₂	А (пред. откл. ±0,5)	Масса, кг, не более	b ₁ =b ₂	r ₁	h ₁	Масса, кг, не более						
7011-0441	7011-0442	40	18	8	7	11	8	1,6	18	6	6	10	4	2	М6	16	0,037	12	6	2,5	0,036						
7011-0443	7011-0444	50	20	10					22							22	0,069	13			0,068						
7011-0445	7011-0446	63							28							28	0,093				0,092						
7011-0447	7011-0448	50	22	10	10	10	10	1,6	22	6	6	10	6	3	М6	22	0,071	15	8	8	0,070						
7011-0449	7011-0450	63	25	12					28							28	0,128	16			0,168						
7011-0451	7011-0452	80							36							36	0,169				0,168						

Продолжение таблицы 3

7011-0453	7011-0454	63	28	12	12	20	12	1,6	28	6	6	10	6	3	M8	28	0,139	18	10	4	0,135			
7011-0455	7011-0456	80	32	16					36	8	8		8			36	0,284	20			0,280			
7011-0457	7011-0458	100							45	10	8		3			45	0,364					0,360		
7011-0459	7011-0460	80	36	16	15	22	16	1,6	36	8	8	10	8	3	M10	36	0,310	23	10	5	0,300			
7011-0461	7011-0462	100	40	20				2	45	10		8	16	10		4	45	0,556			25	0,544		
7011-0463	7011-0464	125						56	10	8		16	10	4		56	0,713	0,701						
7011-0465	7011-0466	100	45	20	19	28	20	2	45	10	8	16	10	4	M12	45	0,605	30	16	5	0,593			
7011-0467	7011-0468	125	50	25					56	12	10		16			12	56	1,094			32	1,080		
7011-0469	7011-0470	160							70	10	16		12			70	1,437	1,423						
7011-0471	7011-0473	125	56	25	24	33	25	2	56	12	10	16	20	4	M16	56	1,184	36	16	6	1,166			
7011-0474	7011-0476	160	63	32				2,5	70	16		10				20	20	75			2,297	40	2,274	
7011-0477	7011-0479	200						90	16	10		20				95	2,929	2,907						
7011-0480	7011-0482	160	70	32	28	41	32	2,5	70	20	16	25	16	5	M20	75	2,490	45	25	8	2,461			
7011-0483	7011-0485	200	80	40					90							20	16	25			90	4,575	50	4,513
7011-0486	7011-0488	250							115							115	5,831	5,791						
7011-0489	7011-0491	200	90	40	35	52	40	2,5	90	20	16	25	16	5	M24	90	5,015	58	25	10	4,916			
7011-0492	–	250							110				20	6		115	6,360	–						
–	7011-0494	250	100	50	35	52	40	2,5	110	20	16	25	20	6	–	–	–	58	25	10	6,261			
	7011-0495				42	64			150									65			8,667			
	7011-0496	320			11,362																			

Примечания: 1. Материал – сталь 45; HRC₃ 42-46.

2. Остальные технические требования см. стр. 149.

3. ГОСТ 4734-69 предусматривает дополнительно прихваты поворотные с резьбовыми отверстиями **d₂**: Tr16×4; Tr20×4; Tr26×5 по СТ СЭВ 838-78.

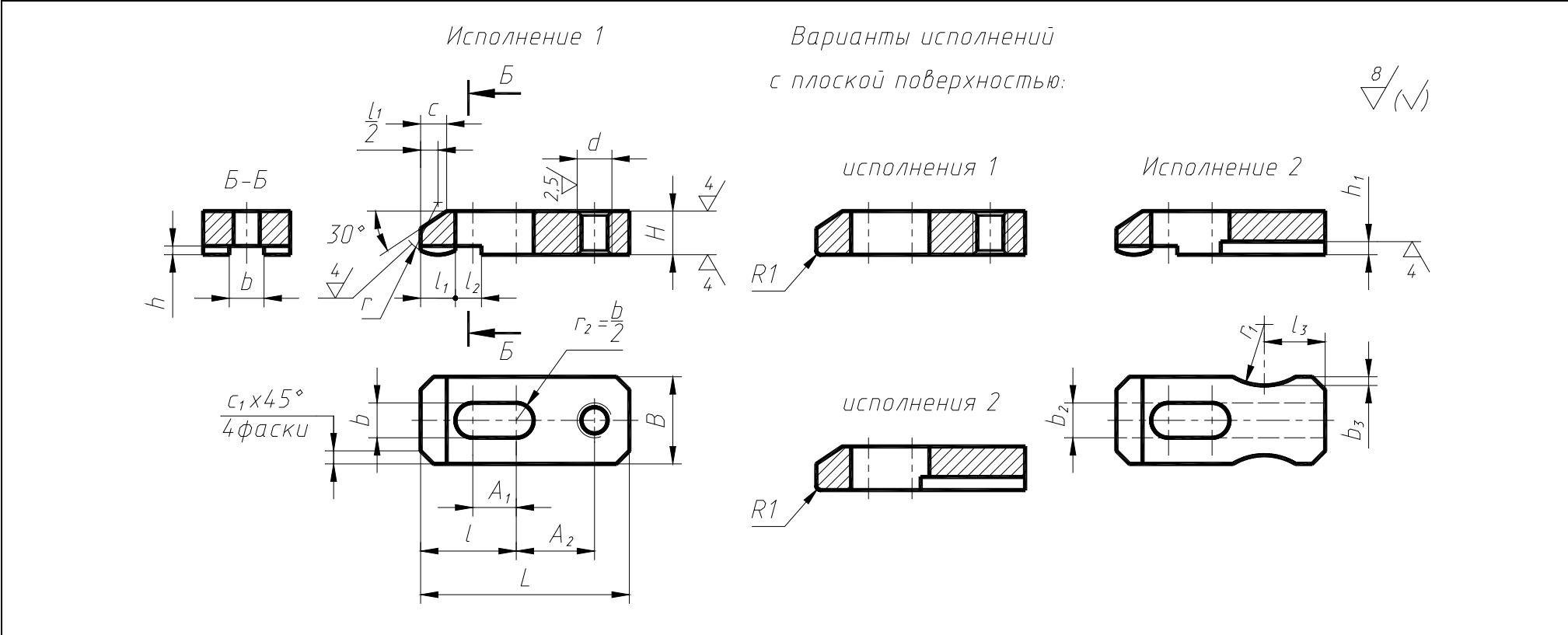
4. Пример обозначения поворотного прихвата исполнения 1 под стержень диаметром 20 мм с L=125 мм, d₂ = M16:

Прихват 7011-0471 ГОСТ 4734-69

То же, варианта прихвата исполнения 1:

Прихват 7011-0471 В ГОСТ 4734-69

Таблица 4 – Прихваты поворотные (ГОСТ 4735-69*). Размеры, мм



Обозначение исполнения		Для исполнений 1 и 2												Для исполнения 1				Для исполнения 2					
1	2	L	B	H	l	l ₁	l ₂	A ₁	b	h	r	c	c ₁	d	A ₂ (пред. откл. ±0,5)	b ₁	Масса, кг, не более	b ₂	b ₃	l ₃	r ₁	h ₁	Масса, кг, не более
7011-0501	7011-0502	40	18	8	18	6	6	8	7	1,6	10	4	2	M6	16	8	0,034	6	2,5	12	12,5	2,5	0,030
7011-0503	7011-0504	50	20	10	22			12							22		0,062						0,057
7011-0505	7011-0506	63			28			16							28		0,083						0,077
7011-0507	7011-0508	50	22	10	22	6	6	10	10	1,6	10	4	2	M8	22	10	0,064	8	2,5	12	12,5	3	0,058
7011-0509	7011-0510	63	25	12	28			16				6	3		28		0,115			16	16		0,107

Продолжение таблицы 4

7011-0511	7011-0512	80	25	12	36	6	6	22	10	1,6	10	6	3	M8	36	10	0,148	8	2,5	16	16	3	0,138
7011-0513	7011-0514	63	28	12	28	6	6	12	12	1,6	10	6	3	M8	28	12	0,127	10	2,5	16	16	4	0,113
7011-0515	7011-0516	80	32	16	36	8	8	20				36			0,256		0,239						
7011-0517	7011-0518	100			45			28				45			0,324		0,307						
7011-0519	7011-0520	80			36			16				36			8		16						3
7011-0521	7011-0522	100	40	20	45	10	8	25	14	1,6	10	8	3	M10	45	16	0,505	12	4	20	20	5	0,457
7011-0523	7011-0524	125			56			32							56		0,640						0,586
7011-0525	7011-0526	100	45	20	45	10	8	20	18	2	16	10	4	M12	45	20	0,539	14	4	20	20	5	0,502
7011-0527	7011-0528	125	50	25	56	12	10	32				56			0,994		0,916						
7011-0529	7011-0530	160			70			40				75			1,302		1,210						
7011-0531	7011-0533	125			56			25				56			12		10						25
7011-0534	7011-0536	160	63	32	70	16	12	40	75	2,115	2,013												
7011-0537	7011-0539	200			90			60	95	2,636	2,500												
7011-0540	7011-0542	160	70	32	70	16	12	32	26	2,5	20	12	4	M20	75	32	2,311	22	4	25	25	8	2,181
7011-0543	7011-0545	200	80	40	90	20	16	50			25	16	5		90		4,184			3,996			
7011-0546	7011-0548	250			115			70			115	5,277	5,075										
7011-0549	7011-0551	200	90	40	90	20	16	50			32	2,5	25		16		5			M24			90
7011-0552	7011-0554	250			110			70	20	6				115	5,774	5,489							
	7011-0555	250	100	50	110	20	16	63	38	2,5	25	20	6		—			32	6	32	25	10	7,736
	7011-0556	320			150			100															9,881

Примечания: 1. Материал – сталь 45; HRC₃ 42-46.

2. Остальные технические требования см. стр. 149.

3. Размер со звездочкой – для справок.

4. ГОСТ 4735-69* предусматривает дополнительно прихваты передвижные с резьбовыми отверстиями **d**: Tr16×4; Tr20×4; Tr26×5 по СТ СЭВ 638-78.

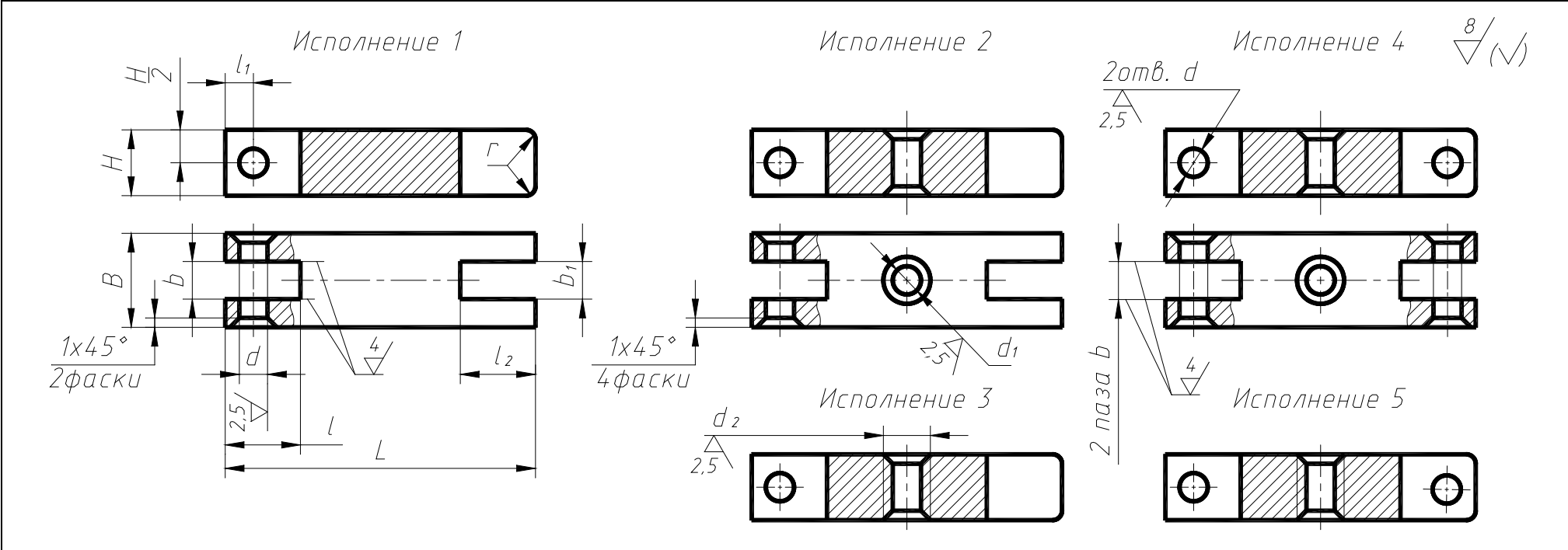
5. Пример обозначения передвижного прихвата исполнения 1 с пазом **b** = 22 мм (под стержень диаметром 20 мм) с **L** = 125 мм, **d** = M16:

Прихват 7011-0531 ГОСТ 4735-69

То же, варианта прихвата исполнения 1:

Прихват 7011-0531 В ГОСТ 4735-69

Таблица 5 – Прихваты откидные (ГОСТ 4736-69*). Размеры, мм



Обозначение исполнения					Для исполнений 1-5								Для исполнений				Масса прихватов, кг, исполнения				
													1, 2, 3		2, 4	3, 5					
1	2	3	4	5	L	B	H	b (по Н11)	l	l ₁	d (по Н8)	r	b ₁	l ₂	d ₁ (по Н8)	d ₂	1	2	3	4	5
7011-0601	7011-0602	7011-0603	7011-0604	7011-0605	56	16	12	6	14	6	5	1,6	6	14	6	M6	0,067	0,064	0,065	0,063	0,064
7011-0606	7011-0607	7011-0608	7011-0609	7011-0610	70												0,088	0,085	0,086	0,084	0,085
7011-0611	7011-0612	7011-0613	7011-0614	7011-0615	90												0,118	0,115	0,116	0,114	0,115
7011-0616	7011-0617	7011-0618	7011-0619	7011-0620	63	18	14	8	18	7	6	1,6	18	6	M6	0,090	0,087	0,088	0,085	0,086	
7011-0621	7011-0622	7011-0623	7011-0624	7011-0625	80											0,124	0,121	0,122	0,119	0,120	
7011-0626	7011-0627	7011-0628	7011-0629	7011-0630	100											0,164	0,161	0,162	0,159	0,160	
7011-0631	7011-0632	7011-0633	7011-0634	7011-0635	80	22	16	10	22	8	8	1,6	10	22	8	M8	0,165	0,159	0,160	0,154	0,155
7011-0636	7011-0637	7011-0638	7011-0639	7011-0640	100												0,220	0,214	0,215	0,209	0,210

Продолжение таблицы 5

7011-0641	7011-0642	7011-0643	7011-0644	7011-0645	125	22	16	10	22	8	8	1,6	10	22	8	M8	0,289	0,283	0,284	0,278	0,279
7011-0646	7011-0647	7011-0648	7011-0649	7011-0650	100	25	20	12	25	10	10	2,5	12	25	10	M10	0,291	0,279	0,281	0,271	0,272
7011-0651	7011-0652	7011-0653	7011-0654	7011-0655	125												0,389	0,377	0,379	0,369	0,370
7011-0656	7011-0657	7011-0658	7011-0659	7011-0660	160												0,526	0,514	0,516	0,506	0,507
7011-0661	7011-0662	7011-0663	7011-0664	7011-0665	125	32	25	14	30	13	10	4	14	30	10	M12	0,609	0,593	0,590	0,576	0,573
7011-0666	7011-0667	7011-0668	7011-0669	7011-0670	160												0,829	0,804	0,801	0,787	0,784
7011-0671	7011-0672	7011-0673	7011-0674	7011-0675	200												1,080	1,065	1,062	1,048	1,045
7011-0676	7011-0677	7011-0678	7011-0679	7011-0680	160	40	32	18	36	16	12	4	18	36	12	M16	1,262	1,233	1,219	1,214	1,200
7011-0681	7011-0682	7011-0683	7011-0684	7011-0685	200												1,665	1,636	1,622	1,617	1,603
7011-0686	7011-0687	7011-0688	7011-0689	7011-0690	250												1,167	1,138	1,124	1,119	1,105
7011-0691	7011-0692	7011-0693	7011-0694	7011-0695	200	50	40	22	42	20	16	6	22	42	16	M20	1,515	2,452	2,431	2,407	2,387
7011-0696	7011-0697	7011-0698	7011-0699	7011-0700	250												3,300	3,237	3,216	3,192	3,172
7011-0701	7011-0702	7011-0703	7011-0704	7011-0705	320												4,399	4,336	4,315	4,291	4,271
7011-0706	7011-0707	7011-0708	7011-0709	7011-0710	280	60	45	25	50	22	20	6	26	50	20	M24	4,965	4,854	4,830	4,767	4,744
7011-0711	7011-0712	7011-0713	7011-0714	7011-0715	360												6,661	6,550	6,526	6,463	6,440

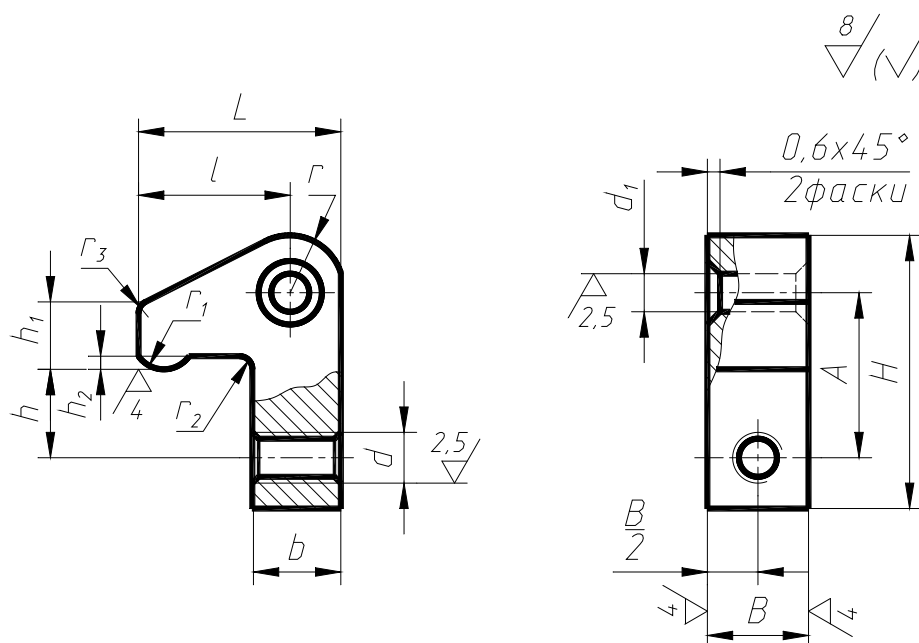
Примечания: 1. Материал – сталь 45; HRC₃ 32-37.

2. Остальные технические требования см. стр. 149.

3. Пример обозначения откидного прихвата исполнения 1 с пазом b = 6 мм (под стержень диаметром 5 мм) с L = 56 мм:

Прихват 7011-0601 ГОСТ 4736-69

Таблица 6 – Прихваты двусторонние шарнирные (ГОСТ 9057-69*). Размеры, мм



Обозначение	d	h	l	A	L	H	В (пред. откл. по b12)	b	d ₁ (пред. откл. по D11)	h ₁	h ₂	r	r ₁	r ₂ =r ₃	Масса, кг, не более
70-0771	M4	6	14	12	19	22	8	8	4	5	1,0	5	2,5	1,6	0,015
70-0772	M5	8	18	16	24	28	10	10	5	6		6			0,023
70-0773	M6	10	22	20	29	34	12	12	6	8	1,6	7	4	2,5	0,045
70-0774	M8	12	28	25	36	40	16	14	8	10		8			0,095
70-0775	M10	16	36	32	46	52	20	18	10	12	2,5	10	4	2,5	0,199
70-0776	M12	20	45	40	57	63		22	12	16		12			12
70-0777	M16	25	55	50	71	80	25	28	16	18	4,0	16	6	4	0,570
70-0779	M20	28	65	60	85	98	32	32	20	22		20			1,050
70-0781	M24	32	75	70	95	110	40	40		25					1,729

Примечания: 1. Материал – сталь 45; HRC_Э 42-46.

2. Остальные технические требования см. стр. 149.

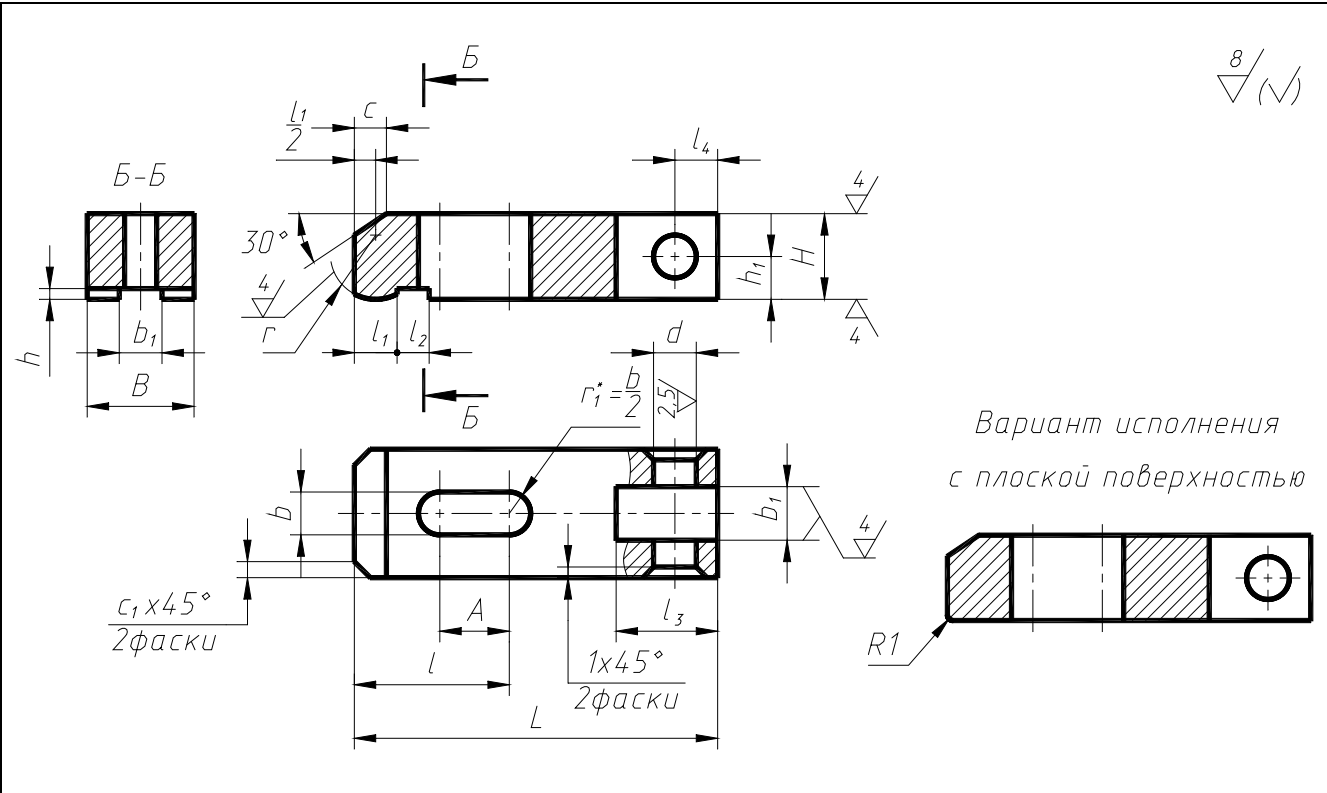
3. Размер со звездочкой – для справок.

4. ГОСТ 9057-69* предусматривает дополнительно прихваты с резьбовыми отверстиями **d**: Tr16×4; Tr20×4; Tr26×5 по СТ СЭВ 838-78.

5. Пример обозначения двустороннего шарнирного прихвата с $d = M4$:

Прихват 7011-0771 ГОСТ 9057-69

Таблица 7 – Прихваты передвижные шарнирные (ГОСТ 9058-69*). Размеры, мм

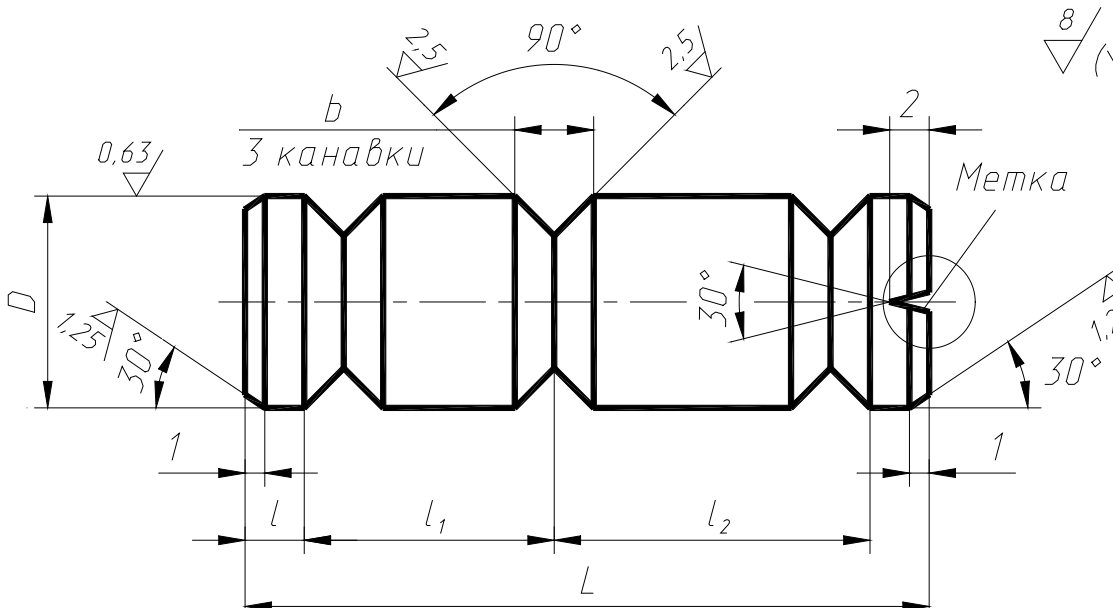


Обозначение	L	B	H	A	b	b ₁	b ₂ (пред. откл. по Н11)	d (пред. откл. по Н8)	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	h	h ₁	c	c ₁	r	Масса, кг, не более
70-0771	63	6	14	12	7	8	10	8	25	6	6	22	6	1,6	6	4	2	10	0,091
70-0772	70	8	16	16	10	10	14	10	28			28	8		1,6	7	6		3
70-0773	80	10		20	12	12			36	8	8	32	10			9	10		8
70-0774	100	12	20	25	14	16	16	12	45	10	8	40	12	2		11	10	4	16
70-0775	125	16	25	32	18	20	18		56	12		10	50		16	12	12		20
70-0776	160	20	32	40	22	25	22	16	70	16	16		60	20	2,5	14	16	5	25
70-0777	200	25	40	50	26	32	25	20	90	20		18				3,721			

Примечания: 1. Материал – сталь 45; HRC₃ 42-46.
2. Остальные технические требования см. стр. 149.
3. Размер со звездочкой – для справок.
4. Пример обозначения передвижного шарнирного прихвата с пазом b = 7 мм:
Прихват 7011-0561 ГОСТ 9058-69
То же, вариант прихвата:
Прихват 7011-0561 В ГОСТ 9058-69

Таблица 8 – Установочные цилиндрические пальцы (ГОСТ 16900-71*). Размеры, мм

$\frac{8}{\sqrt{}}(\sqrt{)}$



The technical drawing shows a cylindrical pin with the following dimensions and features:

- Overall dimensions:** D (diameter), L (total length), l (length of the first section), l_1 (length of the middle section), l_2 (length of the last section), and b (width of the end section).
- End features:** The ends are chamfered with a 30° angle and a surface finish of $1,25 \sqrt{}$. The width of the end section is b , and the chamfer width is 1 .
- Surface finish:** The main cylindrical surface has a surface finish of $0,63 \sqrt{}$. The chamfered ends have a surface finish of $1,25 \sqrt{}$.
- Internal features:** The pin has three grooves (3 канавки) with a width of 2 and a depth of 1 . The grooves are spaced at 90° intervals.
- Marking:** A marking (Метка) is located on the last section of the pin.

Обозначение	D (поле до-пуска g6)	L	l	l_1	l_2	b	Масса, кг, не более
7030-2521	10	50	6	14	18	4	0,03
7030-2522	12	60	8	18	22	5	0,05
7030-2523	16	85	12	28	30	6	0,13
7030-2524	20	100		32	36		0,24

Примечания: 1. Материал – стальУ7А, твердость HRC₃ 51,5-56.
 2. Пример условного обозначения пальца диаметром D=10 мм:
 Палец 7030-2521 ГОСТ 16900-71*

Таблица 9 – Установочные цилиндрические срезанные пальцы (ГОСТ 16901-71*).
Размеры, мм

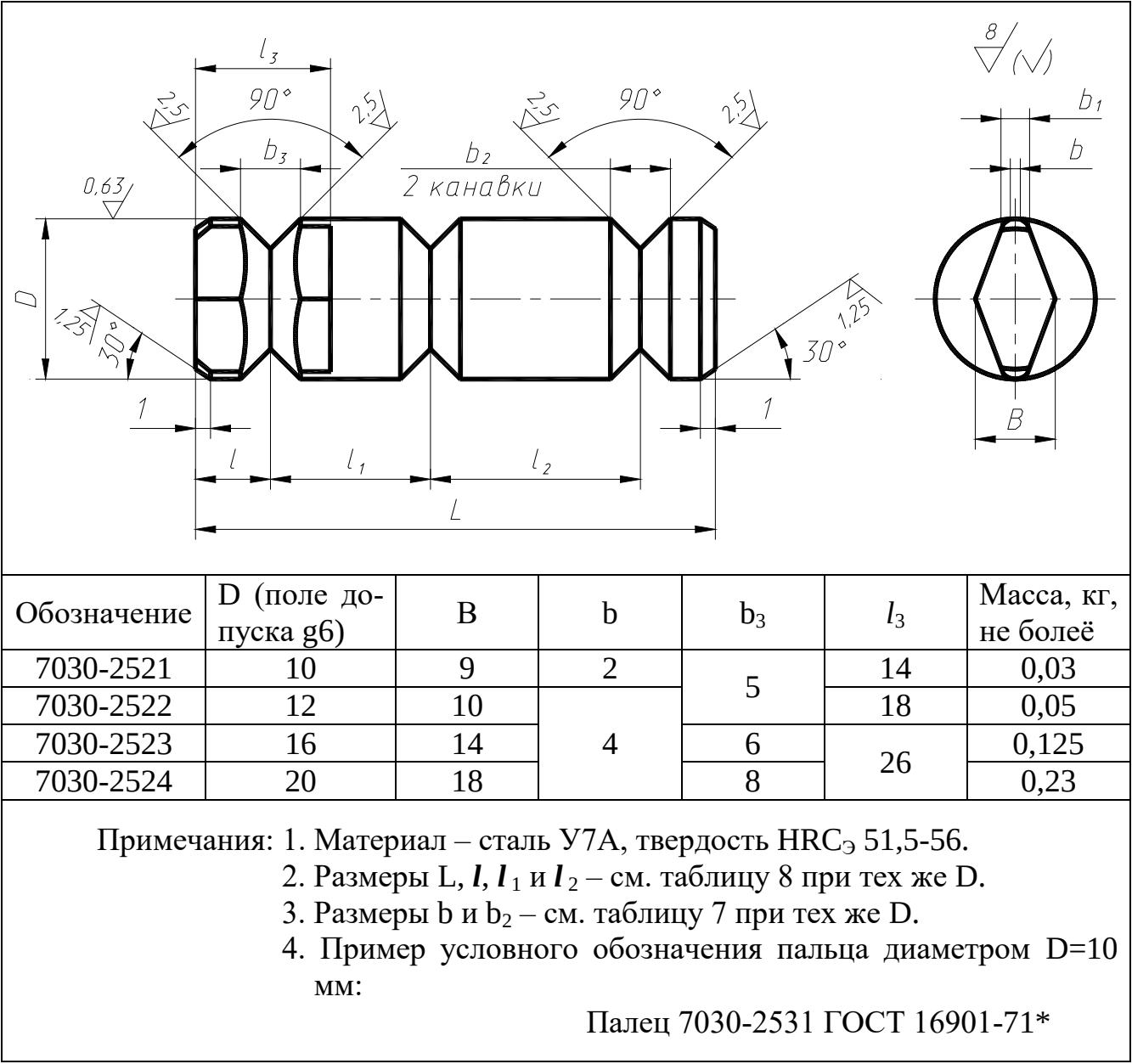
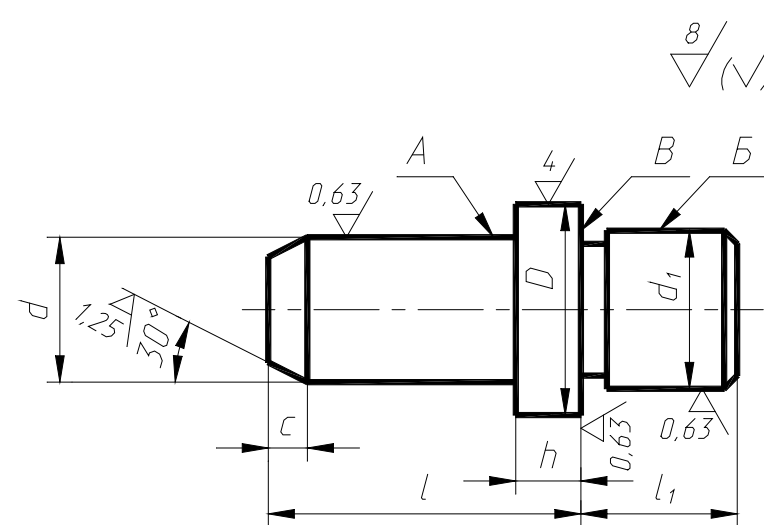
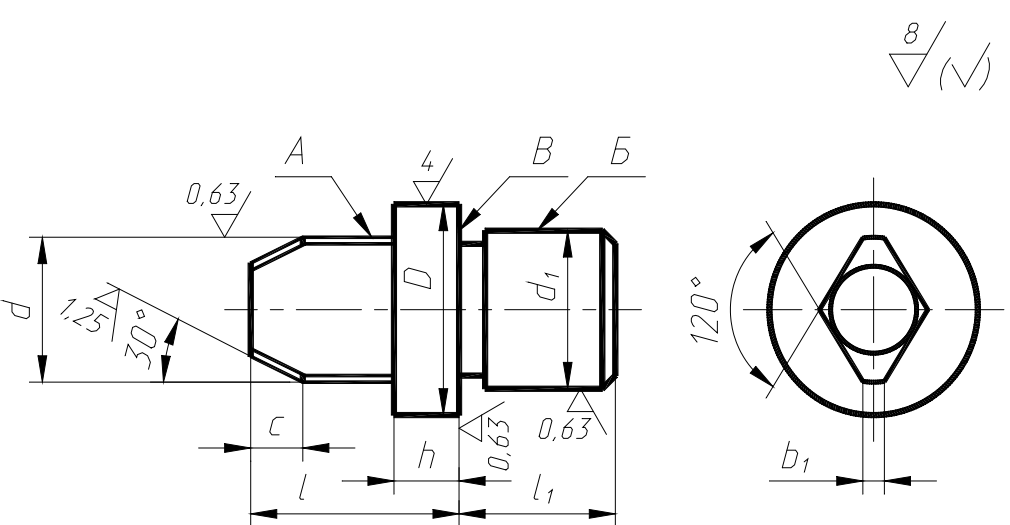


Таблица 10 – Пальцы установочные цилиндрические высокие (ГОСТ 17774-72*) и установочные срезанные высокие ГОСТ 17775-72* Размеры, мм

 																
Обозначения по ГОСТ		Для пальцев по ГОСТ 17774-72 и ГОСТ 17775-72*						l для пальцев по ГОСТ		Масса 1000 шт., кг, не более, для пальцев по ГОСТ						
17774-72*	17775-72*	d (поля допусков g6 или f7)	D (поле допуска b12)	d1 (поле допуска p6)	l1	h	c	17774-72*	17775-72*	17774-72*	17775-72*					
7030-1231	7030-1261	От 4 до 6	10	6	8	4	1,6	12	10	4,6-5,6	4,32-4,78					
7030-1232	7030-1262							16	14	4,98-6,5	4,67-5,3					
7030-1233	7030-1263	Св. 6 до 8	12	8	10	5	2,5	18	14	10,9-13,1	9,5-10,4					
7030-1234	7030-1264							22	18	11,6-14,7	10,3-11,5					
7030-1235	7030-1265	Св. 8 до 10						20	16	13,9-17,3	11,6-13					
7030-1236	7030-1266							25	20	15,9-20,3	12,9-14,9					
7030-1237	7030-1267	Св. 10 до 12	14	10	12			30	25	25,7-31,2	20,4-22,3					
7030-1238	7030-1268									28,8-35,6	22,9-27,6					

Продолжение таблицы 10

7030-1239	7030-1269	Св. 12 до 16	18	12	14	7	4	28	22	45-60	37-42,6			
7030-1240	7030-1270							34	28	50-69	40,8-49,6			
7030-1241	7030-1271	Св. 16 до 20	22	16	18	7	4	32	25	89-111	69-77			
7030-1242	7030-1272							38	32	98-126	77-88			
7030-1243	7030-1273	Св. 20 до 25	26			9		40	35	143-186	111-128			
7030-1244	7030-1274							45	40	155-205	119-140			
7030-1245	7030-1275	Св. 25 до 32	34					22	42	36	245-327	188-214		
7030-1246	7030-1276								50	45	276-377	210-256		
7030-1247	7030-1277	Св. 32 до 40	42					25	28	11	45	40	442-563	353-406
7030-1248	7030-1278										56	50	512-671	396-468
7030-1249	7030-1279	Св. 40 до 50	52	32	36		14	6	56	48	875-1108	692-6-787		
7030-1250	7030-1280								67	60	983-1278	773-902		

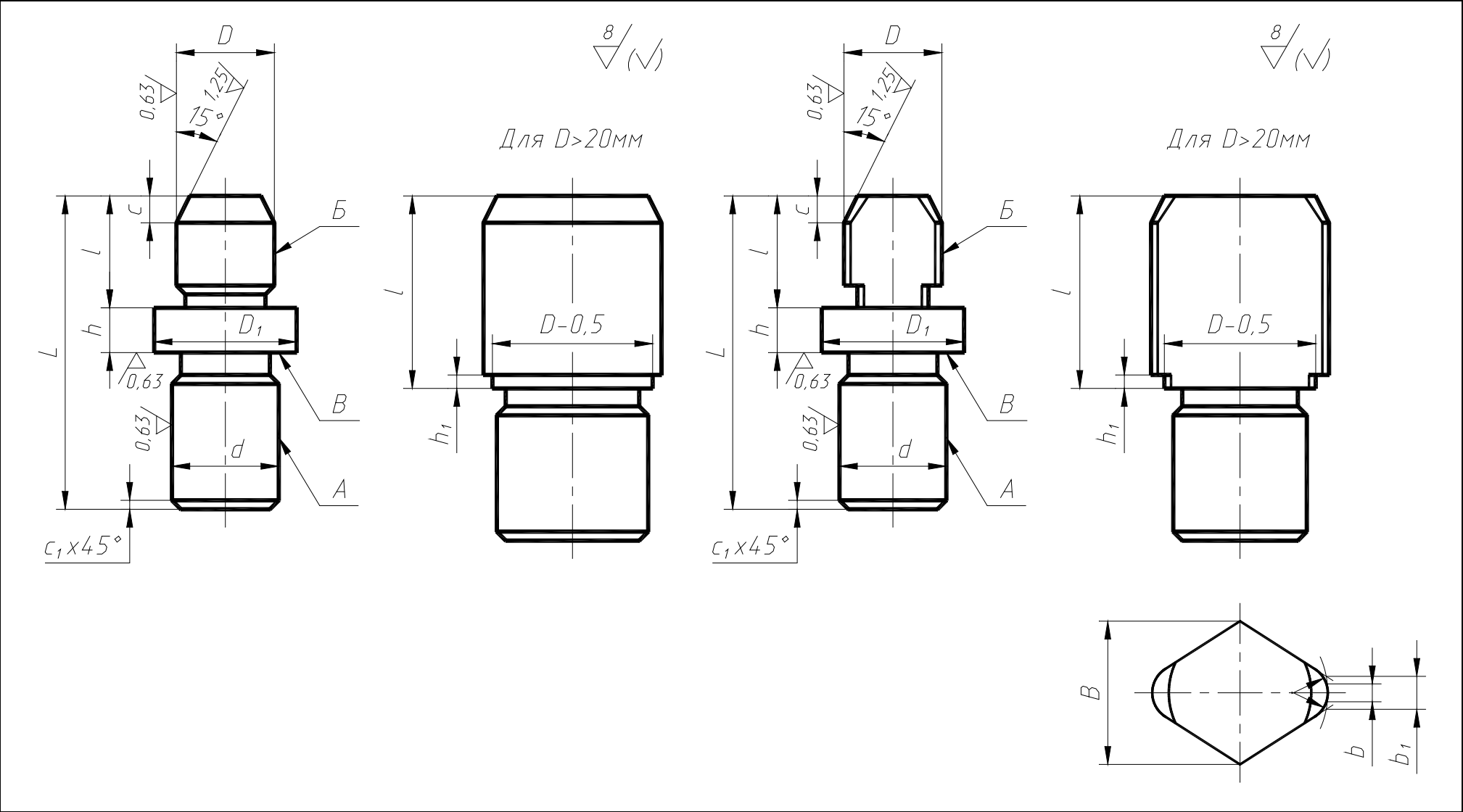
- Примечания: 1. Меньший размер *l* рекомендуется для пальцев *d* в первой половине интервала, больший – во второй.
2. Материал пальцев *d* до 16 мм – сталь У8А, *d* св. 16 – сталь 20Х, твердость HRC₃ 56-61. Пальцы из стали 20Х цементировать, глубина цементированного слоя 0,8-1,2 мм.
3. Допуск радиального биения поверхности А относительно поверхности Б – по 4-й степени точности ГОСТ 24663-81 (СТ СЭВ 636-77).
4. Допуск торцевого биения поверхности В относительно поверхности Б – по 5-й степени точности ГОСТ 24663-81 (СТ СЭВ 636-77).
5. Канавки для выхода шлифовального круга – по ГОСТ 8820-69*.
6. Пример условного обозначения высокого установочного цилиндрического пальца размерами *d* = 4 мм и *l* = 12 мм с полем допуска диаметра *d* по g6:

Палец 7030-1231 – 4 g6 ГОСТ 17774-72*

То же, высокого установочного срезанного пальца с теми же размерами с полем допуска диаметра *d* по f7:

Палец 7030-1261 – 4 f7 ГОСТ 17775-72*

Таблица 11 – Пальцы установочные цилиндрические постоянные (ГОСТ 12209-66*), установочные срезанные постоянные (ГОСТ 12210-66*). Размеры, мм



Продолжение таблицы 11

Обозначение по ГОСТ		D (поле до-пуска g6 или f9)	D ₁	d (поле допуска r6)	h	h ₁	c	L для пальцев по ГОСТ		l	B	b	b ₁	Масса 1000 шт., кг, для пальцев по ГОСТ		
12209-66*	12210-66*							12209-66*	12210-66*					12209-66*	12210-66*	
7030-0901	7030-0921	От 1,6 до 2,5	6	2,5	1,6	—	0,5	10	9	4/3	D-0.5	0,6	0,8	0,4-0,5	0,3-0,4	
7030-0902	7030-0922	Св. 2,5 до 4	8	4	2		1,6	14	12	6/4		0,8	1	1,5-1,8	1,4-1,5	
7030-0903	7030-0923	Св. 4 до 6	10	6			3	2	18	16	8/6	D-0.5	1	1,6	3,4-4,1	3,1-3,5
7030-0904	7030-0924	Св. 6 до 8	12	8	22				20	10/8	D-1	2	3	8,9-10,3	7,9-8,5	
7030-0905	7030-0925	Св. 8 до 10	16	10	3		28	25	12/10	15,9-18,1				12,4-13,4		
7030-0906	7030-0926	Св. 10 до 12	18	12			4	4	32	28	16/12	D-2	3	4	28,6-31,9	21,7-23,2
7030-0907	7030-0927	Св. 12 до 16	22	16	40				36	18/14	55,8-66,8				47,7-52,1	
7030-0908	7030-0928	Св. 16 до 20	25		45				40	20/16	79,1-95,1				63,7-70,1	
7030-0909	7030-0929	Св. 20 до 25	—	20	—	2	40		36	22/18	D-3	5	76,9-104,7	49,6-52,1		
7030-0910	7030-0930	Св. 25 до 32					45	40	25/20	D-4	135,5-189,6		86,3-112,9			
7030-0911	7030-0931	Св. 32 до 40				25	3	5	55	50	28/22	D-5	4	6	246,1-334,9	149,5-183,3
7030-0912	7030-0932	Св. 40 до 50				32		6	70	60	36/28		5	8	468,2-623,6	305-368,7

Продолжение таблицы 11

- Примечания: 1. Материал пальцев диаметром D до 16 мм – сталь У8А, D св. 16 мм – сталь 20Х, твердость HRC₉ 56-61. Пальцы из стали 20Х цементировать, глубина цементированного слоя 0,8-1,2 мм.
2. Размеры D , D_1 , d , h , h_1 и c – для всех указанных в таблице 11 пальцев.
3. Размеры B , b и b_1 – только для пальцев по ГОСТ 12210-66*.
4. Размер l в числителе для пальцев по ГОСТ 12209-66*, а в знаменателе – по ГОСТ 12210-66*.
5. Допуск радиального биения поверхности А относительно оси поверхности В – по 4-й степени точности ГОСТ 24643-81 (СТ СЭВ 636-77).
6. Допуск торцевого биения поверхности В относительно оси поверхности а – по 5-й степени точности ГОСТ 24643-81 (СТ СЭВ 636-77).
7. $c_1 = 0,4-1,6$.
8. Канавки для выхода шлифовального круга – по ГОСТ 8820-69*.
9. Пример условного обозначения постоянного установочного цилиндрического пальца диаметром $D = 2,5g6$:

Палец 7030-0901 2,5g6 ГОСТ 12209-66*

То же, постоянного установочного срезанного пальца с теми же размерами:

Палец 7030-0921 2,5g6 ГОСТ 12210-66*

Таблица 12 – Пальцы установочные цилиндрические сменные (ГОСТ 12211-66*) и установочные срезанные сменные (ГОСТ 12212-66*) Размеры, мм

Обозначение по ГОСТ		Исполнение	D (поле до-пуска g6 или f9)	D ₁	d (поле до-пуска g6)	L не менее	L ₁	d ₁	d ₂	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	c	c ₁	Масса 1000 шт., кг, для пальцев по ГОСТ	
12211-66*	12212-66*																12211-66*	12212-66*
7030-0941	7030-0961	1	От 1,6 до 2,5	6	2,5	14	—	M2	—	4	1,6	3	—	—	0,5	0,4	0,6-0,7	0,4-0,5
7030-0942	7030-0962		Св. 2,5 до 4	8	4	18		M3		6	2,0	4			1,6		1,8-2,1	1,7-1,8
7030-0943	7030-0963		Св. 4 до 6	10	6	24		M5		8		6			2,0		4,1-4,8	3,8-4,2
7030-0944	7030-0964		Св. 6 до 8	12	8	30		M6		10	3,0	8					2,0	9,9-10,7
7030-0945	7030-0965		Св. 8 до 10	16	10	34		M8		12		10			3,0			14,2-16,4
7030-0946	7030-0966		Св. 10 до 12	18	12	45		M10		16	12	31,1-34,4					27,2-28,7	
7030-0947	7030-0967		Св. 12 до 16	22	16	53		M12		18		4,0			16		—	4,0
7030-2658	7030-2678	2				—	38	—	M8		40,2-51,2		32,1-36,5					
7030-0948	7030-0968	1				56	—	M12	—	81,5-97,5	66,1-72,5							
7030-2661	7030-2681	2	Св. 16 до 20	25		—	40	—	M10	55,0-71,0	39,6-46,0							

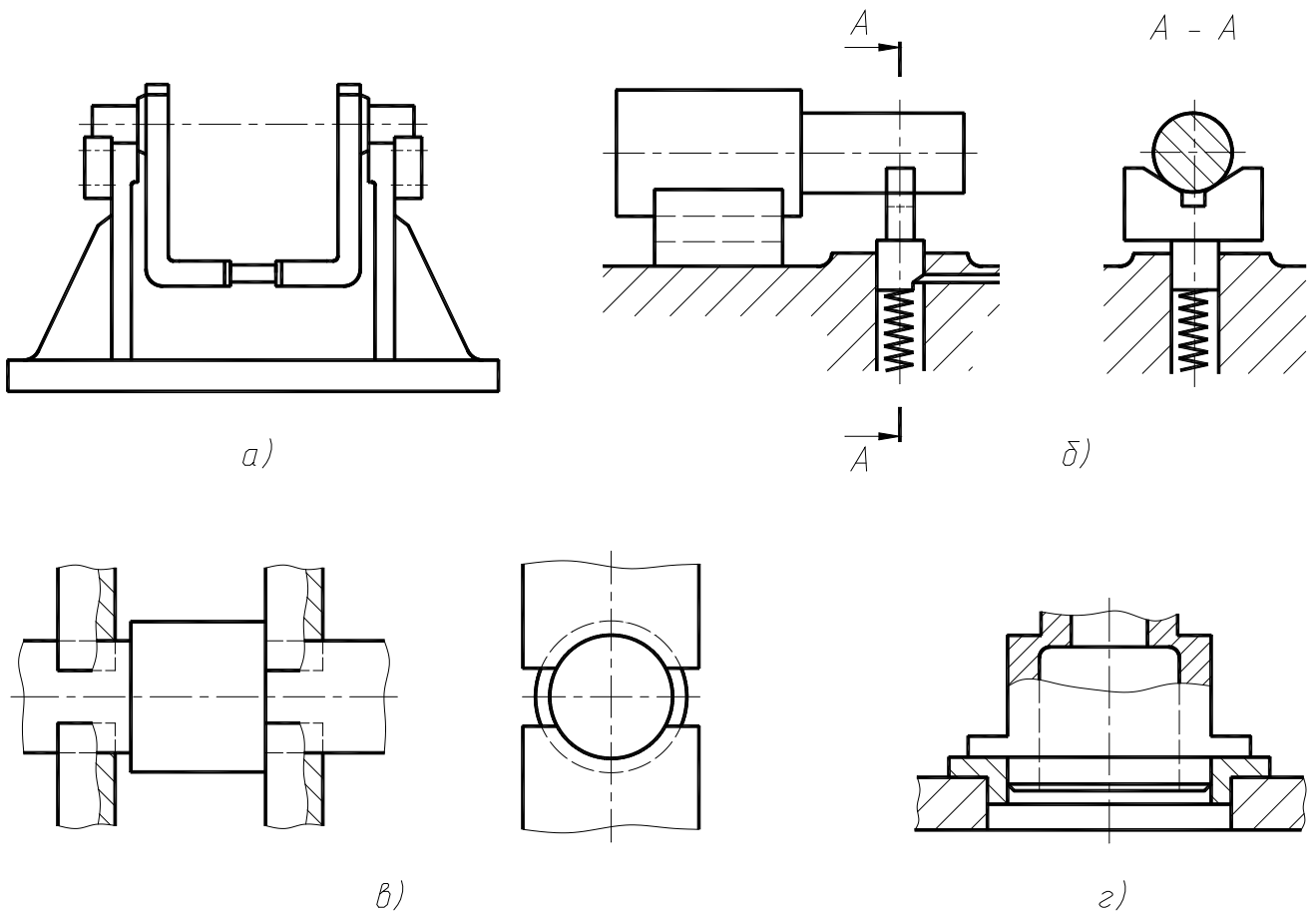


Рисунок 9 – Примеры установки заготовок наружной цилиндрической поверхностью:

а) коленчатого вала в две призмы; б) ступенчатого валика в призму с использованием самоустанавливающейся опоры; в) то же, в полуотверстия; г) во втулку (применяют для заготовок с базой, выполненной по 6-8-му квалитетам).

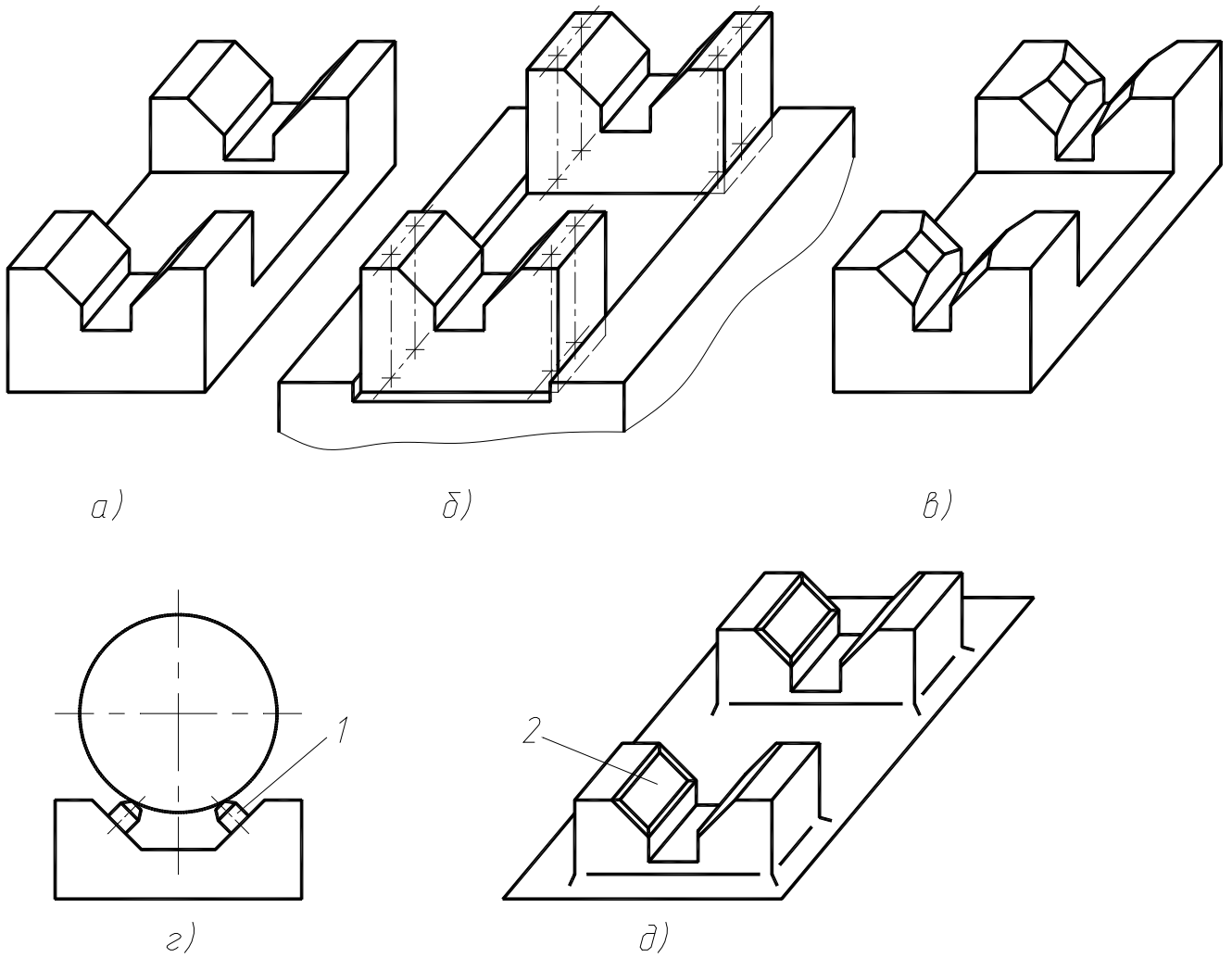


Рисунок 10 – Призмы:

а) с выемкой для установки длинных заготовок с обработанной базой;
 б) сборные; в) узкие с выемкой для установки длинных заготовок с необработанной базой; г) с запрессованными штырями 1; д) крупногабаритная чугунная с привернутыми стальными закаленными щечками 2.

Таблица 13 – Призмы (рисунок 11,а и б) сборные (ГОСТ 12195-66*) и с боковым креплением (ГОСТ 12197-66*). Размеры, мм

Обозначения по ГОСТ		D ₃	H	L	B	B ₁	d	d ₂ (поле допуска Н7)	A	A ₁	A ₂	l	h ₁	b	Размер для контроля		Масса, кг, не боле
12195-66*	12197-66*														D _к	L ₁ (поле допуска Н6)	
7033-0031	7033-0101	От 5 до 10	16/10	10/16	32	8	4,5	4	20	6	7,5	5	5	2	8	15,66/21,66	0,032
7033-0032	7033-0102	Св.10 до 15	20/12	12/20	38	14	5,5		26	8	10	6	7	4	12	19,49/27,49	0,055
7033-0033	7033-0103	Св.15 до 20	25/16	16/25	48	18	6,6	5	32	9	12	8	9	6	18	28,73/37,73	0,113
7033-0034	7033-0104	Св.20 до 25	25/20	20/25	55	24			40				11	8	22	34,56/39,56	0,163
7033-0035	7033-0105	Св.25 до 35	32/25	25/32	70	32	9	6	50	12	16	10	14	12	30	45,21/52,21	0,323
7033-0036	7033-0106	Св.35 до 45	40/32	32/40	85	42	11	8	63	16	20	12	18	16	40	59,28/67,28	0,615
7033-0037	7033-0107	Св.45 до 60	40/38	38/40	100	55			76				22	20	50	70,86/72,86	0,849
7033-0038	7033-0108	Св.60 до 80	50/45	45/50	120	70	13	10	95	22	26	14	28	25	70	94,50/99,50	1,467
7033-0039	7033-0109	Св.80 до 100	55/50	50/55	140	85			112	27	30		32		90	116,14/121,14	2,08
7033-0040	7033-0110	Св.100 до 150	70		190	120	17	12	155	34	40	18	45		125	160,89	4,968

Примечания: 1. В числителе для призм по ГОСТ 12195-66*, а в знаменателе – по ГОСТ 12197-66*.

2. D₃, D_к – диаметры заготовки и контрольного вала соответственно.

3. B₁ – для справок.

4. Значения **c** и **r**: 0,6; 1; 1,6.

5. При использовании нестандартных призм с углом 120°. $L = L + 1,087 D_k - 0,289 B$.

6. Отверстия диаметром d и d₂ – под крепежные винты и под контрольные штифты соответственно.

7. В сборных конструкциях с несколькими призмами (см. рисунок 10,б) все призмы шлифовать совместно.

8. Опорные поверхности под крепежные детали по ГОСТ 12876*67.

9. Пример условного обозначения опорной призмы для заготовки диаметром D₃ = 5÷10 мм:

Призма 7033-0031 ГОСТ 12195-66*

Для призмы с боковым креплением для таких же заготовок:

Призма 7033-0101 ГОСТ 12197-66*

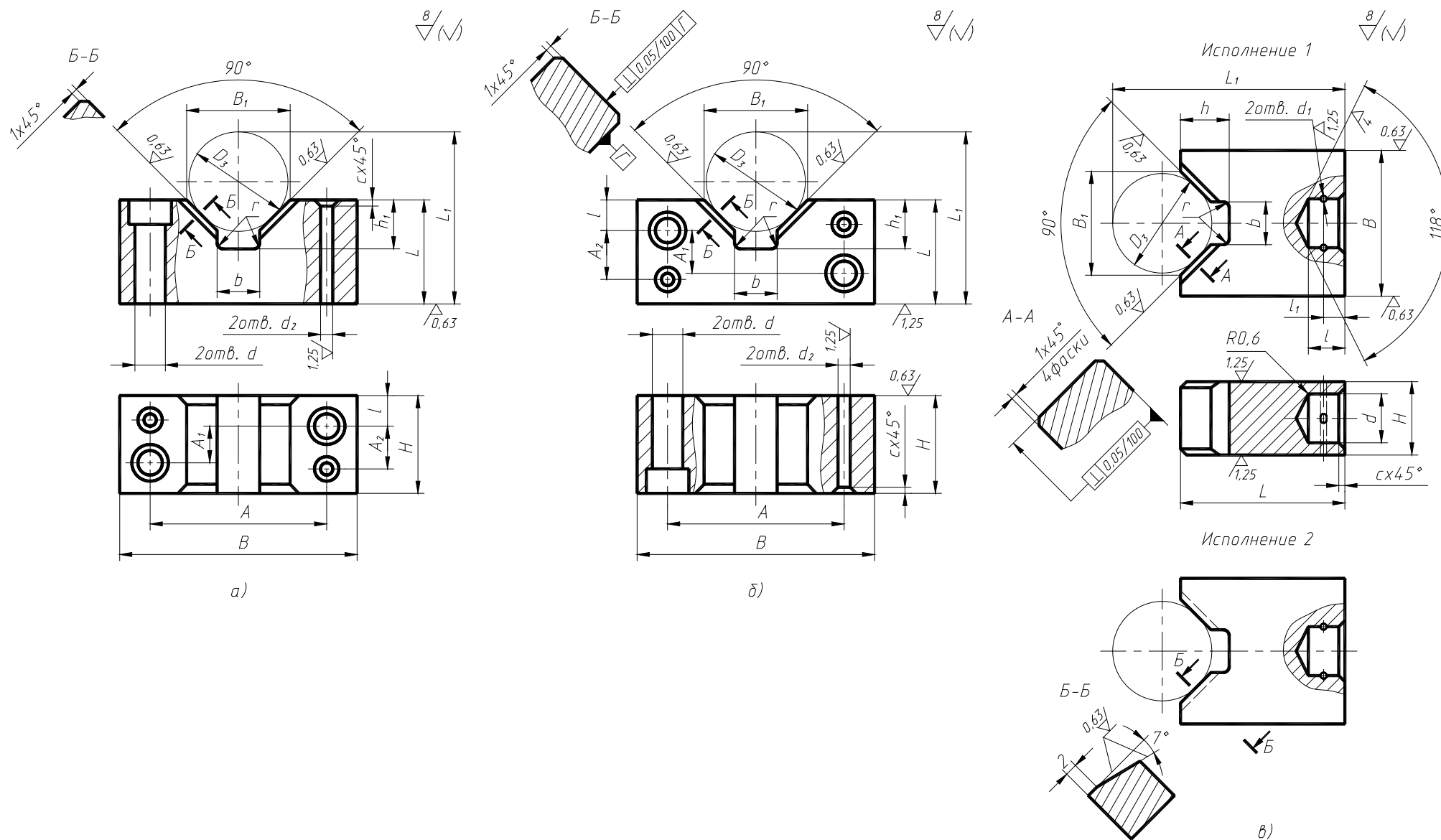
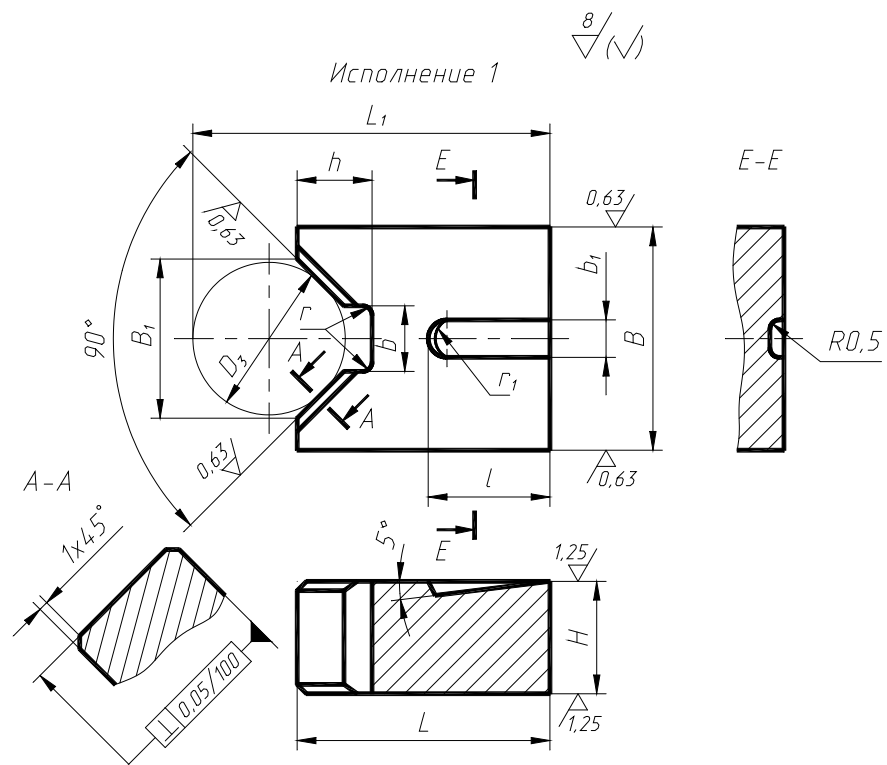
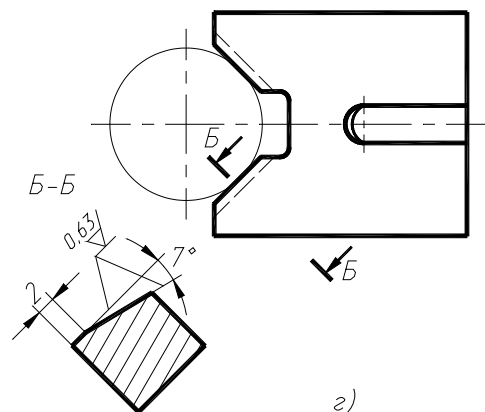


Рисунок 11 – Стандартные призмы:

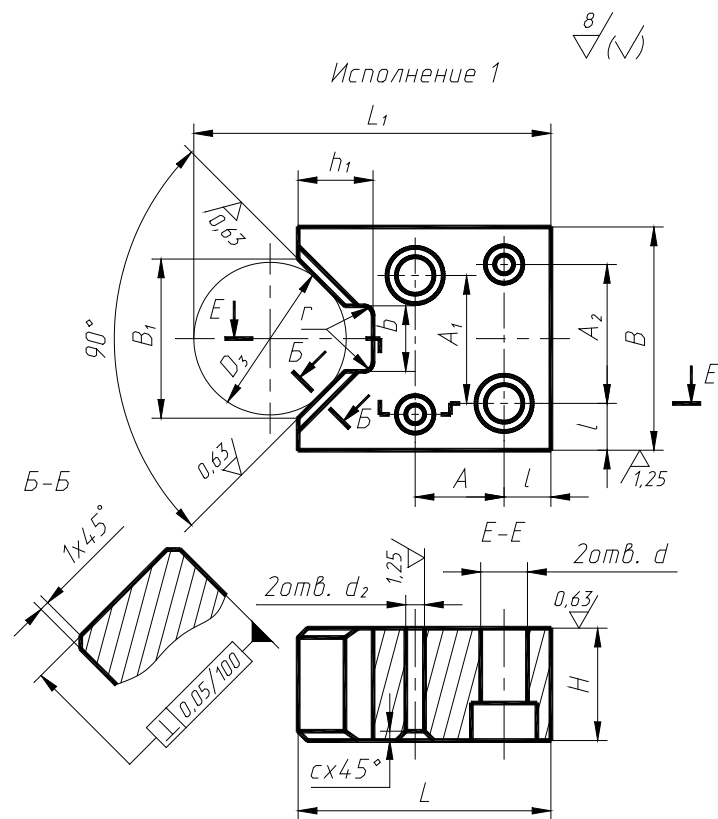
а) опорные (ГОСТ 12195-66*); б) с боковым креплением (ГОСТ 12197-66*); в) подвижные (ГОСТ 12193-66*); г) установочные (ГОСТ 12194-66*); д) неподвижные (ГОСТ 12196-66*)



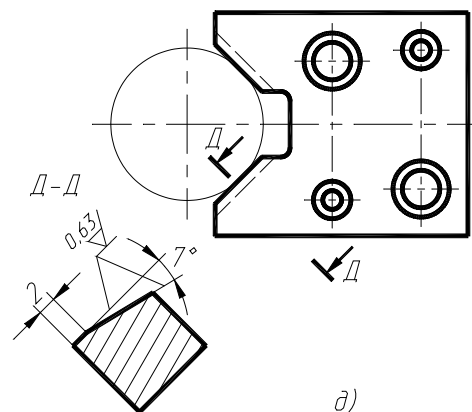
Исполнение 2



з)



Исполнение 2



д)

Таблица 14 – Призмы (см. рисунок 11,в-д) подвижные (ГОСТ 12193-667*), установочные (ГОСТ 12194-66) и неподвижные (ГОСТ 12196-66*). Размеры, мм

Обозначение по ГОСТ						D ₃	B	H	L	d* ¹	d ₂ * ¹	l* ²	l ₁ * ¹	h* ²	b	A* ³	A ₁ * ³	A ₂ * ³	b ₁ * ⁴	r ₁ * ⁴	Размеры для контроля			Масса 100 шт., кг., не более, призм по ГОСТ					
12193-66*							Поле допуска			Поле допуска											D _к			L ₁	W* ²	12193-66*	12194-66*	12196-66*	
Исполнение							f7* ¹	f9* ²		H11	K7																		
1	2	1	2	1	2																								
7030-0021	7030-0022	7030-0071	7030-0072			От 3 до 5* ²	10* ²	8* ²	25* ¹	5,5* ¹	1,6	6/16	2,5	3	1* ²	—	—	—	6	3	4**	27,33*	±0,006	1,5	1,4	—			
7030-0023	7030-0024	7030-0073	7030-0074	7033-0071	7033-0072	Св.5 до 10	16	10	32	6,5		6/20		5	См. таблицу 13	16	6	7,5			8	4	См. таблицу 13	37,66	±0,008	3,7	3,8	3,2	
7030-0021	7030-0026	7030-0075	7030-0076	7033-0073	7033-0074	Св.10 до 15	20	12	40	8,5	2	7/25	3	7		20	8	10	10	5				47,48	±0,01	6,7	6,8	5,9	
7030-0023	7030-0028	7030-0077	7030-0078	7033-0075	7033-0076	Св.15 до 20	25	16	45	10,5	3	9/25	4	9			9	12			8	6				См. таблицу 13	57,73	±0,012	12,5
7030-0021	7030-0030	7030-0079	7030-0080	7033-0077	7033-0078	Св.20 до 25	32		50	13		10/28		11		20			16	10				5	64,56		±0,016		17,6
7030-0023	7030-0032	7030-0081	7030-0082	7033-0079	7033-0080	Св.25 до 35	40	20	55	17	4	12/28		14			25	20	12		6	См. таблицу 13						75,21	±0,016
7030-0021	7030-0034	7030-0083	7030-0084	7033-0081	7033-0082	Св.35 до 45	50		60	17		12/32		18		25		26		12				6	87,28		±0,016	39,8	
7030-0023	7030-0036	7030-0085	7030-0086	7033-0083	7033-0084	Св.45 до 60	60	25	70	21		13/32		22			25	36	16		8							102,85	±0,016
7030-0021	7030-0038	7030-0087	7030-0088	7033-0085	7033-0086	Св.60 до 80	80		80	21		13/36		28		45		52		50				16	8		129,5		
7030-0023	7030-0040	7030-0089	7030-0090	7033-0087	7033-0088	Св.80 до 100	100	32	100	25	5	15/40		5			32	72	75	166,13								212,8	207,3
*¹ – для призм по ГОСТ 12193-66; *² – для призм по ГОСТ 12193-66* и ГОСТ 12194-66; *³ – для призм по ГОСТ 12196-66*; *⁴ – для призм по ГОСТ 12194-66*.																													

Продолжение таблицы 14

Примечания: 1. Справочный размер B_1 для призм по ГОСТ 12196-66 как в таблице 13.

2. Для призм по ГОСТ 1219-66* отклонения размеров B и H по $h14$; размеры d , d_2 , l , h_1 – как в таблице 13.

3. Значения I в числителе – для призм по ГОСТ 12196-66*, а в знаменателе – по ГОСТ 12194-66*.

4. См. примечания 2-6 к таблице 12.

5. Подвижные и установочные призмы монтируют в СП по посадке $\frac{H7}{f7}$ с помощью направляющих колодок. Последние крепят к корпусу СП с помощью двух контрольных штифтов и четырех винтов.

6. D_k – диаметр контрольного валика, W – предельное смещение плоскости симметрии призматической выемки относительно боковых поверхностей размера B .

7. Пример условного обозначения подвижной призмы исполнения 1 для заготовок диаметром 3-5 мм:

Призма 7030-0021 ГОСТ 12193-66*

То же, установочной призмы:

Призма 7030-0071 ГОСТ 12194-66*

То же, неподвижной призмы для заготовок диаметром 5-10 мм:

Призма 7030-0071 ГОСТ 12196-66*