

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ
Директор
С.А. Махновский
08.02.2023г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

**МДК.07.02 Наладка холодноштамповочного и вспомогательного оборудования и штамповой
оснастки**

для обучающихся специальности

22.02.05 Обработка металлов давлением

Магнитогорск, 2023

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Металлургии и ОМД»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 6 от 25.01.2023г

Методической комиссией МпК

Протокол № 4 от 08.02.2023

Разработчик (и):

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Н.В. Мелихова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной профессионального модуля ПМ 07 «ПМ.07 Выполнение работ по производству проволоки и канатов».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности ПМ.07 Выполнение работ по производству проволоки и канатов программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.05 Обработка металлов давлением и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 12	6
Практическое занятие 13	29
Лабораторное занятие 8	33
Практическое занятие 14	35
Практическое занятие 15	43
Лабораторное занятие 9	54
Практическое занятие 16	56
Лабораторное занятие 10	57
Лабораторное занятие 11	58
Лабораторное занятие 12	59
Лабораторное занятие 13	60

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой ПМ.07 «Выполнение работ по производству проволоки и канатов» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У.7.3.1 Визуально контролировать образование износа, задиров, забоин, вмятин и трещин на штамповой оснастке

У.7.3.2 Выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования

У.7.3.3 Выполнять обслуживание (ежедневное, еженедельное) ХШО и штамповой оснастки в соответствии с эксплуатационной документацией

У.7.3.4 Использовать инструменты и приспособления для сборки, разборки и регулирования параметров работы штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности

У.7.3.5 Контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности

У.7.3.6 Определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 7.3 Выполнять наладку холодноштамповочного оборудования малой мощности.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине МДК 07.02 «Наладка холодноштамповочного и вспомогательного оборудования и штамповой оснастки» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 3.1 Взаимозаменяемость и ее роль в повышении качества продукции

Практическое занятие № 12

Расчет и построение допусков и посадок соединений

Цель работы: освоить методику вычисления допусков и посадок.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования
- определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки

Материальное обеспечение.

Оборудование не используется.

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

Задание:

- 1 Вычислить допуски и посадки.
- 2 Сделать вывод.

Краткие теоретические сведения:

Размер – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.п.) в выбранных единицах измерения.

Действительный размер – размер элемента, установленный измерением.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер.

Наибольший предельный размер – наибольший допустимый размер элемента (рис. 1).

Наименьший предельный размер – наименьший допустимый размер элемента (рис. 1).

Номинальный размер – размер, относительно которого определяются отклонения (рис. 1 и 2).

Отклонение – алгебраическая разность между размером (действительным или предельным размером) и соответствующим номинальным размером.

Обозначения отклонений, их определения и формулы приведены в таблице 1.

Действительное отклонение — алгебраическая разность между действительным и соответствующим номинальным размерами.

Предельное отклонение — алгебраическая разность между предельным и соответствующим номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения. Одно из двух предельных отклонений называется верхним, другое – нижним.

Верхнее отклонение ES , es – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами (рис. 2).

ES – верхнее отклонение отверстия; es – верхнее отклонение вала.

Нижнее отклонение EI , ei – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами (рис. 2).

EI – нижнее отклонение отверстия; ei – нижнее отклонение вала.

Основное отклонение – одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. В данной системе допусков и посадок основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок.

Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз (рис. 2).

Допуск T – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями (рис. 2).

Допуск – это абсолютная величина без знака. Допуск характеризует точность изготовления детали. Чем меньше допуск, тем труднее обрабатывать деталь, так как повышаются требования к точности станка, инструмента, приспособлений, квалификации рабочего. Неоправданно большие допуски снижают надежность и качество работы изделия.

Стандартный допуск IT – любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок.

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии (рис. 2).

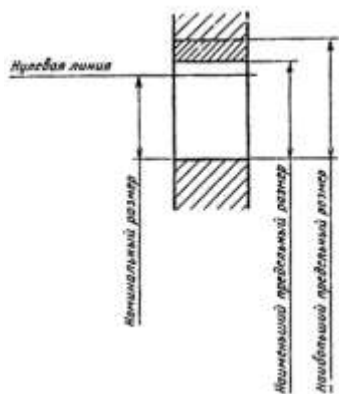


Рисунок 1 – Размер детали

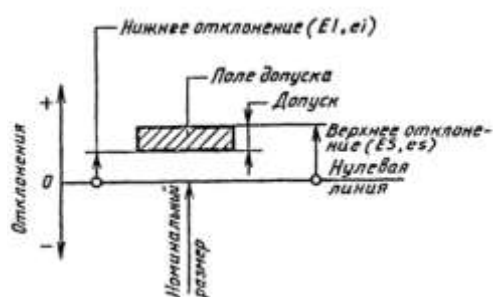


Рисунок 2 – Изображение на чертежах размеров деталей

Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Таблица 1 – Предельные отклонения и допуск размера

Условное обозначение, наименование и определение	Расчетные формулы
$D (d)$ – номинальный размер отверстия (вала) – размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит также началом отсчета отклонений	–
$ES (es)$ – верхнее отклонение отверстия (вала) – алгебраическая разность между наибольшим предельным $D_{\max}$ ($d_{\max}$) и номинальным размерами отверстия (вала)	$ES = D_{\max} - D$ ($es = d_{\max} - d$)
$EI (ei)$ – нижнее отклонение отверстия (вала) – алгебраическая разность между наименьшим предельным $D_{\min}$ ($d_{\min}$) и номинальным размерами отверстия (вала)	$EI = D_{\min} - D$ ($ei = d_{\min} - d$)

TD (Td)–допуск размера отверстия (вала)– разность между наибольшим $D_{\max}$ ($d_{\max}$) и наименьшим $D_{\min}$ ($d_{\min}$) предельными размерами отверстия (вала) или абсолютная величина алгебраической разности между верхним ES (es) и нижним EI (ei) отклонениями отверстия (вала)	$TD = D_{\max} - D_{\min}$ $(Td = d_{\max} - d_{\min})$ или $TD = ES - EI$ $(Td = es - ei)$
---	---

Квалитет (степень точности) – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров.

Единица допуска i , I – множитель в формулах допусков, являющийся функцией номинального размера и служащий для определения числового значения допуска.

Примечание. i – единица допуска для номинальных размеров до 500 мм, I – единица допуска для номинальных размеров св. 500 мм.

Допуски в квалитетах определяются формулой (1):

$$IT_q = ai, \quad (1)$$

где q – номер квалитета;

a – безразмерный коэффициент, установленный для каждого квалитета (таблица 2);

i – единица допуска, мкм, определяемый по формулам (2), (3):

$$i = 0,45\sqrt[3]{D_c} + 0,001D_c, \quad (2)$$

$$I = 0,004D_c + 2,1, \quad (3)$$

где D_c – среднее геометрическое граничных значений интервала номинальных размеров (таблица 3), $D_c = \sqrt{(D_{\min} D_{\max})}$

Таблица 2 – Расчетные формулы допусков квалитетов от 5 до 17

Номер квалитета	Допуск		Число единиц допуска	Методы финишной обработки деталей
	Обозначение	Расчетная формула		
5	IT5	$7i$	7	Притирка и доводка, тонкое (прецизионное) шлифование, суперфиниширование (две операции), полирование тонкое
6	IT6	$10i$	10	Притирка и доводка, тонкое (алмазное) обтачивание и растачивание, чистовое протягивание, чистовое шлифование, калибрование отверстий шариком, обкатывание и раскатывание роликами или шариками, хонингование
7	IT7	$16i$	16	Чистовое обтачивание и растачивание, чистовое шлифование, чистовое протягивание, развертывание двумя развертками, полирование, холодная штамповка с зачисткой и калибровкой
8	IT8	$25i$	25	Чистовое обтачивание и растачивание, развертывание одной-двумя развертками, шлифование, хонингование, обкатывание роликом или шариком, тонкое строгание, тонкое фрезерование, тонкое шабрение
9	IT9	$40 i$	40	Шлифование, фрезерование, развертывание, обтачивание и растачивание, протягивание
10	IT10	$64 i$	64	Шлифование, обтачивание и растачивание, зенкерование и развертывание, сверление по кондуктору, чистовое строгание и фрезерование, точное литье под давлением, точное прессование деталей из пластмасс
11	IT11	$100i$	100	Чистовое строгание, чистовое фрезерование, сверление по кондуктору, литье по выплавляемым моделям, холодная штамповка, зенкерование, Точение и обтачивание

12 13	IT 12 IT13	160i 250i	160 250	Черновое обтачивание и растачивание, сверление без кондуктора, строгание, долбление, черновое фрезерование, литье в оболочковые формы, холодная штамповка в вырубных штампах, рассверливание
14 15	IT14 IT15	400i 640i	400 640	Черновое обтачивание, растачивание, фрезерование и долбление, литье в песчаные формы и в кокиль, литье под давлением, горячая ковка в штампах
16 17	IT16 IT17	1000i 1600i	1000 1600	Грубое обтачивание и растачивание, автоматическая газовая резка, сварка, литье в песчаные формы, горячая ковка в штампах, черновое обтачивание

Таблица 3 – Интервалы номинальных размеров, в мм

Основные		Промежуточные		Основные		Промежуточные		Основные		Промежуточные	
Св. До		Св.	До	Св.	До	Св. До		Св.	До	Св.	До
—	3	—	—	180	250	180	200	125	1 600	1250	1 400
3	6	—	—			200	225	0		1400	1 600
6	10	—	—			225	250	160 0	2 000	1600	1 800
10	18	10	14	250	315	250	280	200		1800	2 000
		14	18			280	315	0	2 500	2000	2 240
18	30	18	24	315	400	315	355	250		2240	2 500
		24	30			355	400	0	3 150	2500	2 800
30	50	30	40	400	500	400	450	315		2800	3 150
		40	50			450	500	0	4 000	3150	3 550
50	80	50	65	500	630	500	560	400		3550	4 000
		65	80			560	630	0	5 000	4000	4 500
80	120	80	100	630	800	630	710			4500	5 000
		100	120			710	800	500	6 300	5000	5 600
120	180	120	140	800	1000	800	900	0		5600	6 300
		140	160			900	1000	630	8 000	6300	7 100
		160	180	100 0	1250	1000	1120	0		7100	8 000
						1120	1250	800	10 000	8000	9 000
								0		9000	10 000

В таблице 4 приведены квалитеты точности вала и отверстия в зависимости от интервалов номинальных размеров.

Таблица 4 – Допуски квалитетов

Квалитет по ЕСДП	Интервалы номинальных размеров, мм									
	Св. 0,3 до 0,6	Св. 0,6 до 1	Св. 1 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
4	3	3	3	4	4	5	6	7	8	10
—	1,8	2								
5	4	4	4	5	6	8	9	11	13	15
—	4	5								
	2,5	3								
6	6	6	6	8	9	11	13	16	19	22
—	6	7	6	8	10	12	14	17	20	23

	4	5	6	8	9	11	13	15	18	21
7	10	10	10	12	15	18	21	25	30	35
–	10	12	9							
	6	7	10							
8	14	14	14	18	22	27	33	39	46	54
–	10	12								
9	25	25	25	30	36	43	52	62	74	87
–	15	18	20	25	30	35	45	50	60	70
10	40	40	40	48	58	70	84	100	120	140
–	25	30								
11	60	60	60	75	90	110	130	160	190	220
–	40	45	60	80	100	120	140	170	200	230
12	100	100	100	120	150	180	210	250	300	350
–	60	70	120	160	200	240	280	340	400	460
13	140	140	140	180	220	270	330	390	460	540
14	250	250	250	300	360	430	520	620	740	870
–	140	160								

Вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

Номинальный размер посадки – номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Зазор – разность между размерами отверстия и вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала (рис. 3).

Натяг – разность между размерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия (рис. 4).

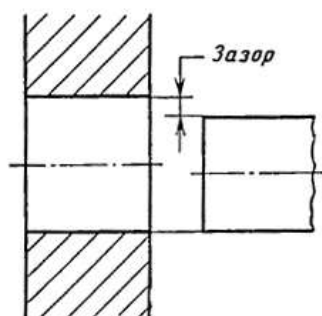


Рисунок 3 – Изображение зазора

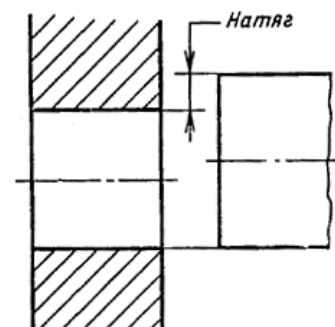


Рисунок 4 – Изображение натяга

Посадка с зазором – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала (рис. 5).

Посадка с натягом – посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т.е. наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или

равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала (рис. 6).

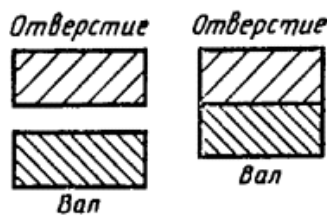


Рисунок 5 – Изображение посадки с зазором

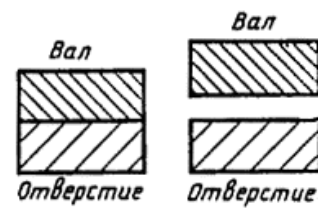


Рисунок 6 – Изображение посадки с натягом

Зазоры и натяги рассчитываются по формулам, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Предельные зазоры (натяги), посадки и допуск посадки

Наименование, условное обозначение и определение	Расчетная
Наибольший зазор S_{max} – разность между наибольшим предельным размером отверстия D_{max} и наименьшим предельным размером вала d_{min} или алгебраическая разность между верхним отклонением отверстия ES и нижним отклонением вала ei	$S_{max} = D_{max} - d_{min}$ или $S_{max} = ES - ei$
Наименьший зазор S_{min} – разность между наименьшим предельным размером отверстия D_{min} и наибольшим предельным размером вала d_{max} или алгебраическая разность между нижним отклонением отверстия EI и верхним отклонением вала es	$S_{min} = D_{min} - d_{max}$ или $S_{min} = EI - es$
Наибольший натяг N_{max} – разность между наибольшим предельным размером вала d_{max} и наименьшим предельным размером отверстия D_{min} или алгебраическая разность между верхним отклонением вала es и нижним отклонением отверстия EI	$N_{max} = d_{max} - D_{min}$ или $N_{max} = es - EI$
Наименьший натяг N_{min} – разность между наименьшим предельным размером вала d_{min} и наибольшим предельным размером отверстия D_{max} или алгебраическая разность между нижним отклонением вала ei и верхним отклонением отверстия ES	$N_{min} = d_{min} - D_{max}$ или $N_{min} = ei - ES$
Средний зазор S_c (натяг N_c) – среднее арифметическое между наибольшим S_{max} (N_{max}) и наименьшим S_{min} (N_{min}) зазорами (натягами)	$S_c = 0,5(S_{max} + S_{min})$ $N_c = 0,5(N_{max} + N_{min})$
Допуск посадки с зазором TS (с натягом TN) – разность между наибольшим зазором S_{max} (N_{max}) и наименьшим зазором S_{min} (N_{min}) или сумма допусков отверстия TD и вала Td	$TS = S_{max} - S_{min}$ $TN = N_{max} - N_{min}$ или $TS = TD + Td$

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала.

Наименьший зазор – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала в посадке с зазором.

Наибольший зазор – разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала в посадке с зазором или в переходной посадке.

Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Рассчитать допуски и посадки.
3. Изобразить схему поля допуска.
4. Сделать вывод.

Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить годность вала согласно варианту, указанному в таблице 1.
3. Изобразить схему расположения поля допуска вала согласно варианту, указанному в таблице 2, и вычислить допуск на его изготовление.
4. Определить предельные размеры и допуск отверстия и вала, согласно варианту, указанному в таблице 3.
5. Определить допуск вала 7-го квалитета, если его номинальный размер, указан в таблице 4.
6. Определить квалитет точности вала по известному допуску, согласно варианту, указанному в таблице 5. Предложить операции обработки для получения квалитетов.
7. Определить допуск вала и отверстия согласно варианту, указанному в таблице 6.
8. Дать характеристику основным понятиям, характеризующим допуски и посадки.
9. Выводом к работе является значения, полученные в ходе произведенных расчетов.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в виде схемы расположения поля допуска вала и расчета допуска.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Таблица 1 – Размеры вала

Вариант 1. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,028}^{-0,013}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 2. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,028}^{-0,013}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.
Вариант 3. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,016}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 4. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,015}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.
Вариант 5. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,033}^{-0,025}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 6. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,033}^{-0,023}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.
Вариант 7. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,027}^{-0,016}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 8. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,027}^{-0,017}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.
Вариант 9. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,035}^{-0,028}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 10. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,035}^{-0,029}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.

Вариант 11. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,024}^{-0,019}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,978 мм.	Вариант 12. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,021}^{-0,018}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,979 мм.
Вариант 13. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,035}^{-0,033}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,967 мм.	Вариант 14. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,035}^{-0,031}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,966 мм.
Вариант 15. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,024}^{-0,019}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 16. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,021}^{-0,018}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.
Вариант 17. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,037}^{-0,035}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,967 мм.	Вариант 18. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,039}^{-0,033}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,966 мм.
Вариант 19. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,024}^{-0,011}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 20. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,021}^{-0,016}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.
Вариант 21.	Вариант 22.

На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,043}^{-0,039}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,967 мм.	На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,039}^{-0,032}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,966 мм.
Вариант 23. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,024}^{-0,012}$ мм. После измерения размер вала = 10,005 мм, размер второго вала = 9,975 мм.	Вариант 24. На чертеже задан вал $\varnothing 10_{-0,021}^{-0,018}$ мм. После измерения размер вала = 10,010 мм, размер второго вала = 9,973 мм.

Таблица 2 – Размер вала

Вариант 1. Вал $\varnothing 10_{-0,028}^{-0,013}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,013}^{+0,013}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,034}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,019}^{+0,019}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.	Вариант 2. Вал $\varnothing 10_{-0,027}^{-0,016}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,017}^{+0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,037}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,011}^{+0,011}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,014}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,015}$ мм.
Вариант 3. Вал $\varnothing 10_{-0,024}^{-0,011}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,012}^{+0,012}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,03}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,029}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.	Вариант 4. Вал $\varnothing 10_{-0,027}^{-0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,018}^{+0,018}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,033}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,017}^{+0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,014}$ мм.

Вал $\varnothing 10^{+0,008}_{+0,018}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,018}_{+0,024}$ мм.
Вариант 5.	Вариант 6.
Вал $\varnothing 10^{-0,021}_{-0,024}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{-0,017}_{-0,027}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,012}_{-0,012}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,018}_{-0,018}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,03}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,033}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,039}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,007}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,004}_{+0,022}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,011}_{+0,028}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{+0,032}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{+0,028}$ мм.
Вариант 7.	Вариант 8.
Вал $\varnothing 10^{-0,011}_{-0,029}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{-0,018}_{-0,024}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,019}_{-0,019}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,015}_{-0,015}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,03}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,023}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,039}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{+0,032}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{+0,042}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,011}_{+0,025}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{+0,022}$ мм.
Вариант 9.	Вариант 10.
Вал $\varnothing 10^{-0,005}_{-0,029}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{-0,021}_{-0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,029}_{-0,029}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{-0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,05}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,07}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,049}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,039}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{+0,022}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,028}_{+0,032}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,011}_{+0,028}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,017}_{+0,021}$ мм.
Вариант 11.	Вариант 12.

Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,007}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,09}^{+0,09}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,025}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,012}^{+0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,012}^{+0,004}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,008}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,04}^{+0,04}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,05}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,029}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.
Вариант 13. Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,007}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,019}^{+0,019}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,023}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,012}^{+0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,015}^{+0,004}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,021}$ мм.	Вариант 14. Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,011}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,14}^{+0,14}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,025}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,027}^{+0,027}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,012}^{+0,008}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.
Вариант 15. Вал $\varnothing 10_{-0,034}^{-0,028}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,017}^{+0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,013}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,019}^{+0,019}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,033}^{+0,014}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.	Вариант 16. Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,018}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,024}^{+0,024}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,013}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,009}^{+0,009}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,035}^{+0,017}$ мм. Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,011}$ мм.
Вариант 17. Вал $\varnothing 10_{-0,012}^{-0,007}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,022}^{+0,022}$ мм.	Вариант 18. Вал $\varnothing 10_{-0,021}^{-0,008}$ мм. Вал $\varnothing 10_{-0,03}^{+0,03}$ мм.

Вал $\varnothing 10_{-0,017}^{+0,009}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,05}^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,035}^{+0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,014}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,022}^{+0,014}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.
Вариант 19.	Вариант 20.
Вал $\varnothing 10_{-0,033}^{-0,028}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,007}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,021}^{+0,021}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,02}^{+0,02}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,013}^{+0,019}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,05}^{+0,029}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,035}^{+0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,024}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,017}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,028}^{+0,011}$ мм.
Вариант 21.	Вариант 22.
Вал $\varnothing 10_{-0,020}^{-0,011}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,008}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,009}^{+0,009}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,04}^{+0,04}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,013}^{+0,012}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,015}^{+0,019}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,037}^{+0,027}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,032}^{+0,013}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{+0,021}^{+0,013}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{+0,029}^{+0,021}$ мм.
Вариант 23.	Вариант 24.
Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,024}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,029}^{-0,008}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,008}^{+0,008}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,024}^{+0,024}$ мм.
Вал $\varnothing 10_{-0,013}^{+0,008}$ мм.	Вал $\varnothing 10_{-0,005}^{+0,005}$ мм.

Вал $\varnothing 10^{+0,011}_{+0,025}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,029}_{+0,036}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,013}_{+0,025}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,014}_{+0,036}$ мм.
Вал $\varnothing 10^{+0,011}_{+0,028}$ мм.	Вал $\varnothing 10^{+0,017}_{+0,021}$ мм.

Таблица 3 – Размеры отверстия и вала

Вариант 1. Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,064}_{+0,025}_{-0,016}$ Посадка с зазором $\varnothing 49^{+0,063}_{+0,026}_{-0,017}$	Вариант 2. Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,063}_{+0,024}_{-0,016}$ Посадка с зазором $\varnothing 49^{+0,066}_{+0,026}_{-0,014}$
Вариант 3. Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,065}_{+0,025}_{-0,015}$ Посадка с зазором $\varnothing 49^{+0,063}_{+0,024}_{-0,017}$	Вариант 4. Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,063}_{+0,020}_{-0,016}$ Посадка с зазором $\varnothing 49^{+0,063}_{+0,022}_{-0,017}$
Вариант 5. Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,066}_{+0,025}_{-0,017}$ Посадка с зазором $\varnothing 49^{+0,063}_{+0,027}_{-0,017}$	Вариант 6. Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,063}_{+0,024}_{-0,017}$ Посадка с зазором $\varnothing 49^{+0,063}_{+0,032}_{-0,017}$
Вариант 7. Посадка с зазором $\varnothing 47^{+0,065}_{+0,024}_{-0,013}$ Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,067}_{+0,025}_{-0,021}$	Вариант 8. Посадка с зазором $\varnothing 47^{+0,063}_{+0,022}_{-0,017}$ Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,066}_{+0,022}_{-0,019}$
Вариант 9. Посадка с зазором $\varnothing 47^{+0,064}_{+0,025}_{-0,026}$ Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,063}_{+0,024}_{-0,018}$	Вариант 10. Посадка с зазором $\varnothing 47^{+0,063}_{+0,023}_{-0,018}$ Посадка с зазором $\varnothing 48^{+0,063}_{+0,024}_{-0,017}$

Вариант 11. Посадка с зазором $\varnothing 47$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,016 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,034 \\ -0,018 \end{smallmatrix}$	Вариант 12. Посадка с зазором $\varnothing 47$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,022 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,068 \\ +0,024 \\ -0,016 \end{smallmatrix}$
Вариант 13. Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,065 \\ +0,025 \\ -0,018 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,068 \\ +0,026 \\ -0,019 \end{smallmatrix}$	Вариант 14. Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,026 \\ -0,021 \end{smallmatrix}$
Вариант 15. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,065 \\ +0,026 \\ -0,014 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,023 \end{smallmatrix}$	Вариант 16. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,026 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,019 \end{smallmatrix}$
Вариант 17. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,016 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,028 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$	Вариант 18. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,022 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,069 \\ +0,025 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$
Вариант 19. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,065 \\ +0,025 \\ -0,018 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,025 \\ -0,018 \end{smallmatrix}$	Вариант 20. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,024 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,026 \\ -0,019 \end{smallmatrix}$
Вариант 21. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,065 \\ +0,026 \\ -0,014 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,026 \\ -0,021 \end{smallmatrix}$	Вариант 22. Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ +0,026 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$ Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,029 \\ -0,018 \end{smallmatrix}$
Вариант 23.	Вариант 24.

Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,065 \\ +0,029 \\ -0,015 \end{smallmatrix}$	Посадка с зазором $\varnothing 49$ $\begin{smallmatrix} +0,066 \\ +0,026 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$
Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,064 \\ +0,022 \\ -0,021 \end{smallmatrix}$	Посадка с зазором $\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} +0,064 \\ +0,027 \\ -0,018 \end{smallmatrix}$

Таблица 3 – Размеры отверстия и вала

Вариант 1. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,033 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$	Вариант 2. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,031 \\ +0,083 \\ +0,052 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,034 \\ +0,084 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$
Вариант 3. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,032 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,033 \\ +0,083 \\ +0,054 \end{smallmatrix}$	Вариант 4. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,029 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,031 \\ +0,083 \\ +0,054 \end{smallmatrix}$
Вариант 5. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,083 \\ +0,052 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,031 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$	Вариант 6. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,031 \\ +0,083 \\ +0,051 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,032 \\ +0,083 \\ +0,055 \end{smallmatrix}$
Вариант 7. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,031 \\ +0,083 \\ +0,052 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,033 \\ +0,083 \\ +0,054 \end{smallmatrix}$	Вариант 8. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,028 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$ Посадка с натягом $\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,083 \\ +0,054 \end{smallmatrix}$
Вариант 9. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,029 \\ +0,081 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$	Вариант 10. Посадка с натягом $\varnothing 53$ $\begin{smallmatrix} +0,028 \\ +0,083 \\ +0,051 \end{smallmatrix}$

Посадка с натягом Ø 54 ^{<u>+0,031</u> <u>+0,084</u> <u>+0,054</u>}	Посадка с натягом Ø 54 ^{<u>+0,030</u> <u>+0,083</u> <u>+0,059</u>}
Вариант 11.	Вариант 12.
Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,030</u> <u>+0,083</u> <u>+0,053</u>}	Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,031</u> <u>+0,083</u> <u>+0,052</u>}
Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,033</u> <u>+0,083</u> <u>+0,053</u>}	Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,034</u> <u>+0,084</u> <u>+0,053</u>}
Вариант 13.	Вариант 14.
Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,032</u> <u>+0,083</u> <u>+0,053</u>}	Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,029</u> <u>+0,083</u> <u>+0,053</u>}
Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,033</u> <u>+0,083</u> <u>+0,054</u>}	Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,031</u> <u>+0,083</u> <u>+0,054</u>}
Вариант 15.	Вариант 16.
Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,030</u> <u>+0,083</u> <u>+0,052</u>}	Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,031</u> <u>+0,083</u> <u>+0,051</u>}
Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,031</u> <u>+0,083</u> <u>+0,053</u>}	Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,032</u> <u>+0,083</u> <u>+0,055</u>}
Вариант 17.	Вариант 18.
Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,031</u> <u>+0,083</u> <u>+0,052</u>}	Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,028</u> <u>+0,083</u> <u>+0,053</u>}
Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,033</u> <u>+0,083</u> <u>+0,054</u>}	Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,030</u> <u>+0,083</u> <u>+0,054</u>}
Вариант 9.	Вариант 10.
Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,029</u> <u>+0,081</u> <u>+0,053</u>}	Посадка с натягом Ø 51 ^{<u>+0,028</u> <u>+0,083</u> <u>+0,051</u>}
Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,031</u> <u>+0,084</u> <u>+0,054</u>}	Посадка с натягом Ø 52 ^{<u>+0,030</u> <u>+0,083</u> <u>+0,059</u>}
Вариант 21.	Вариант 22.
Посадка с натягом Ø 53 ^{<u>+0,029</u> <u>+0,081</u> <u>+0,053</u>}	Посадка с натягом Ø 53 ^{<u>+0,029</u> <u>+0,083</u> <u>+0,055</u>}

Посадка с натягом $\varnothing 54 \begin{smallmatrix} +0,031 \\ +0,084 \\ +0,054 \end{smallmatrix}$	Посадка с натягом $\varnothing 54 \begin{smallmatrix} +0,031 \\ +0,084 \\ +0,054 \end{smallmatrix}$
Вариант 23.	Вариант 24.
Посадка с натягом $\varnothing 51 \begin{smallmatrix} +0,033 \\ +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$	Посадка с натягом $\varnothing 51 \begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,083 \\ +0,055 \end{smallmatrix}$
Посадка с натягом $\varnothing 52 \begin{smallmatrix} +0,033 \\ +0,084 \\ +0,053 \end{smallmatrix}$	Посадка с натягом $\varnothing 52 \begin{smallmatrix} +0,035 \\ +0,084 \\ +0,055 \end{smallmatrix}$

Таблица 4 – Размер вала

Номер варианта	Размер вала
1	31 мм; 70 мм
2	32 мм; 69 мм
3	33 мм; 68 мм
4	34 мм; 67 мм
5	35 мм; 66 мм
6	36 мм; 65 мм
7	37 мм; 64 мм
8	38 мм; 63 мм
9	39 мм; 62 мм
10	40 мм; 61 мм
11	41 мм; 60 мм
12	42 мм; 59 мм
13	43 мм; 58 мм
14	44 мм; 57 мм
15	45 мм; 56 мм
16	46 мм; 55 мм

17	47 мм; 54 мм
18	48 мм; 53 мм
19	49 мм; 52 мм
20	50 мм; 51 мм

Таблица 5 – Размер вала и значение допуска

Номер варианта	Размер вала и значение допуска
1	31 мм, 25 мкм; 70 мм, 30 мкм
2	32 мм, 25 мкм; 69 мм, 30 мкм
3	33 мм, 25 мкм; 68 мм, 30 мкм
4	34 мм, 25 мкм; 67 мм, 30 мкм
5	35 мм, 25 мкм; 66 мм, 30 мкм
6	36 мм, 25 мкм; 65 мм, 30 мкм
7	37 мм, 25 мкм; 64 мм, 30 мкм
8	38 мм, 25 мкм; 63 мм, 30 мкм
9	39 мм, 25 мкм; 62 мм, 30 мкм
10	40 мм, 25 мкм; 61 мм, 30 мкм
11	41 мм, 25 мкм; 60 мм, 30 мкм
12	42 мм, 25 мкм; 59 мм, 30 мкм
13	43 мм, 25 мкм; 58 мм, 30 мкм
14	44 мм, 25 мкм; 57 мм, 30 мкм
15	45 мм, 25 мкм; 56 мм, 30 мкм
16	46 мм, 25 мкм; 55 мм, 30 мкм
17	47 мм, 25 мкм; 54 мм, 30 мкм
18	48 мм, 25 мкм; 53 мм, 30 мкм
19	49 мм, 25 мкм; 52 мм, 30 мкм
20	50 мм, 25 мкм; 51 мм, 30 мкм

Таблица 6 – Размеры соединения

Вариант 1. Соединение Ø 32^{+0,064} <u>+0,025</u> -0,016 Соединение Ø 31^{+0,042} <u>+0,035</u> -0,016	Вариант 2. Соединение Ø 33^{+0,063} <u>+0,052</u> -0,007 Соединение Ø 32^{+0,066} <u>+0,050</u> -0,025
Вариант 3. Соединение Ø 34^{+0,062} <u>+0,023</u> -0,011 Соединение Ø 35^{+0,042} <u>+0,035</u> -0,039	Вариант 4. Соединение Ø 36^{+0,063} <u>+0,052</u> -0,011 Соединение Ø 37^{+0,068} <u>+0,029</u> -0,025
Вариант 5. Соединение Ø 38^{+0,062} <u>+0,023</u> -0,039 Соединение Ø 39^{+0,042} <u>+0,026</u> -0,062	Вариант 6. Соединение Ø 40^{+0,062} <u>+0,051</u> -0,011 Соединение Ø 41^{+0,042} <u>+0,035</u> -0,039
Вариант 7. Соединение Ø 42^{+0,064} <u>+0,025</u> -0,011 Соединение Ø 43^{+0,042} <u>+0,026</u> -0,016	Вариант 8. Соединение Ø 44^{+0,063} <u>+0,052</u> -0,011 Соединение Ø 45^{+0,066} <u>+0,050</u> -0,039
Вариант 9. Соединение Ø 46^{+0,050} <u>+0,025</u> -0,025 Соединение Ø 47^{+0,058} <u>+0,042</u> -0,039	Вариант 10. Соединение Ø 48^{+0,067} <u>+0,042</u> -0,007 Соединение Ø 49^{+0,066} <u>+0,027</u> -0,062
Вариант 11. Соединение Ø 32^{+0,064} <u>+0,039</u> -0,011 Соединение Ø 31^{+0,021} <u>+0,014</u> -0,025	Вариант 12. Соединение Ø 33^{+0,021} <u>+0,010</u> -0,016 Соединение Ø 31^{+0,027} <u>+0,011</u> -0,039

Вариант 13. Соединение Ø 35^{+0,050} <u>+0,034</u> -0,025 Соединение Ø 36^{+0,058} <u>+0,047</u> -0,039	Вариант 14. Соединение Ø 36^{+0,063} <u>+0,038</u> -0,007 Соединение Ø 37^{+0,075} <u>+0,036</u> -0,025
Вариант 15. Соединение Ø 39^{+0,042} <u>+0,035</u> -0,016 Соединение Ø 40^{+0,047} <u>+0,022</u> -0,039	Вариант 16. Соединение Ø 42^{+0,065} <u>+0,003</u> -0,011 Соединение Ø 41^{+0,049} <u>+0,010</u> -0,025
Вариант 17. Соединение Ø 42^{+0,064} <u>+0,025</u> -0,100 Соединение Ø 43^{+0,032} <u>+0,021</u> -0,016	Вариант 18. Соединение Ø 44^{+0,064} <u>+0,039</u> -0,062 Соединение Ø 45^{+0,043} <u>+0,027</u> -0,011
Вариант 19. Соединение Ø 46^{+0,052} <u>+0,027</u> -0,025 Соединение Ø 47^{+0,058} <u>+0,042</u> -0,016	Вариант 20. Соединение Ø 48^{+0,059} <u>+0,048</u> -0,039 Соединение Ø 49^{+0,067} <u>+0,042</u> -0,062
Вариант 21. Соединение Ø 31^{+0,057} <u>+0,041</u> -0,007 Соединение Ø 32^{+0,058} <u>+0,042</u> -0,011	Вариант 22. Соединение Ø 33^{+0,082} <u>+0,020</u> -0,025 Соединение Ø 34^{+0,059} <u>+0,043</u> -0,039
Вариант 23. Соединение Ø 35^{+0,086} <u>+0,024</u> -0,100 Соединение Ø 36^{+0,072} <u>+0,033</u> -0,039	Вариант 24. Соединение Ø 37^{+0,160} <u>+0,060</u> -0,025 Соединение Ø 38^{+0,058} <u>+0,042</u> -0,007

Тема 3.2 Технология производства крепежных изделий

Практическое занятие № 13

Проектирование и расчет переходов при производстве крепежных изделий

Цель работы: приобрести практические навыки по проектированию и расчету переходов при производстве крепежных изделий.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- визуально контролировать образование износа, задиров, забоин, вмятин и трещин на штамповой оснастке;
- выполнять обслуживание (ежедневное, еженедельное) ХШО и штамповой оснастки в соответствии с эксплуатационной документацией
- контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности
- определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки

Материальное обеспечение:

Оборудование: не используется;

Индивидуальный раздаточный материал.

Задание:

1. Каждый студент выполняет индивидуальное задание, номер задания соответствует порядковому номеру студента в списке группы, согласно которому определяются данные для задания, размеры изделия.
2. Необходимо выполнить эскиз.

Краткие теоретические сведения:

Расчет усилия запрессовки. Наиболее часто неподвижные соединения при сборке образуются путем запрессовки (напрессовки) соединяемых деталей (посадка шестерен или подшипников на валы, посадка втулок в корпус и т. д.). Расчет усилия запрессовки и необходимые справочные данные приведены в главе 4 и в практическом занятии 5.

Сборка с термовоздействием производится путем нагрева охватывающей или охлаждения охватываемой детали. Расчет температуры нагрева (охлаждения) для получения tentового сборочного зазора в соединении приведен в главе 4 и в практическом занятии 5.

Сборка резьбовых соединений. Прочность резьбового соединения определяется силами трения, возникающими на поверхностях контакта вследствие усилия затяжки, прилагаемого при сборке соединения.

Усилие затяжки определяется из условия нераскрытая стыка под действием внешних нагрузок, вибраций и колебаний температуры. Для расчета ответственных резьбовых соединений необходимо составить схему действия внешних сил в стыке деталей и разложить их составляющие на участвующие в соединении болты (винты). При этом предельное значение момента затяжки не должно превышать величины, определяемой прочностью стержня болта:

$$M_{\text{зп}} \leq 0,1 \cdot d^3 \cdot \sigma_b \cdot 10^{-3}, \text{ МПа},$$

Где d - номинальный диаметр резьбового соединения, мм; σ_b - предел прочности для материала болта (для конструкционных сталей - 400... 500 МПа).

Для большинства крепежных резьбовых соединений общемашиностроительных изделий момент затяжки можно принимать из условия прочности стержня болта

Для определения длительности операции необходимо нормировать выполнение отдельных переходов. Существуют «Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно-сборочные работы по сборке машин для серийного производства». В большинстве же случаев при курсовом проектировании продолжительность переходов, операций студенты устанавливают опытно-статистическим путем (т. е. примерно).

Как правило, в заводских условиях карта технологических эскизов редко оформляется в технологических процессах сборки. Ее заменяет сам сборочный чертеж, из которого достаточно ясно видно, как выполнять операцию сборки. Однако, когда используются специальные приспособления, вспомогательные инструменты, рекомендуется давать технологические эскизы (рис. 1).

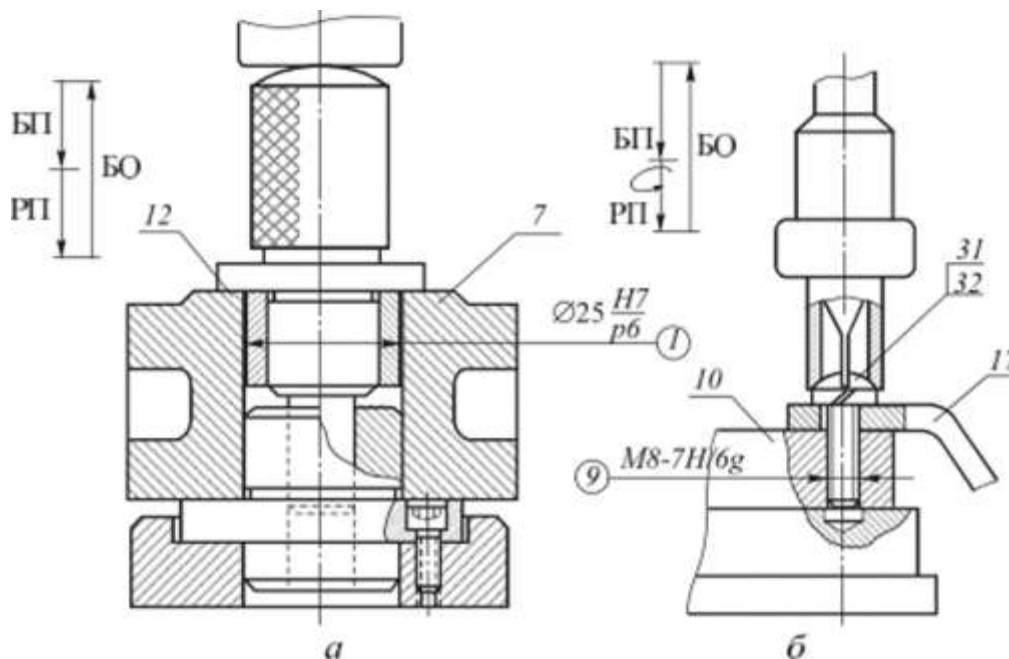


Рис. 1. Примеры технологических эскизов сборки: а - запрессовки втулки 12 в корпус 7.6-свинчивания детали 12 с корпусом 10

На эскизе конструкторно изображается приспособление для установки собираемых деталей, сами собираемые детали, элементы конструкции изделия и применяемые инструменты. Рекомендуется изображать приспособления, собираемые детали, рабочие инструменты не полностью, а только те их элементы, которые взаимодействуют друг с другом в процессе сборки и необходимы для пояснения перехода (операции).

Сопрягаемые детали показываются в том положении, которое они должны занять в конце перехода (втулка запрессована, винт закручен). При необходимости их начальное положение может быть показано штрихпунктирным контуром. Сопрягаемые поверхности выделяются красным цветом или двойной (жирной) линией. Указывается размер получаемого сопряжения с допускаемыми отклонениями согласно сборочному чертежу (посадка). Кроме того, могут быть даны габаритные размеры сопряжения, величина хода, расстояния от опорных поверхностей.

На эскизе желательно показать стрелками схему рабочих и холостых перемещений собираемых деталей и сборочного инструмента. На этой схеме приводятся параметры технологического режима выполнения перехода. Детали изделия обозначаются в соответствии со спецификацией, инструменты и оборудование - в соответствии с картой технологического процесса.

На поле эскиза должен быть заголовок, указывающий номер и наименование операции (по маршрутной карте), для которой выполняется эскиз. Здесь может быть указан номер и содержание изображаемого перехода.

Табличкой могут быть указаны режимы выполнения операции (усилие запрессовки, температура нагрева, частота вращения шпинделя гайковерта и т. п.). И здесь же должны быть указаны технические условия к выполнению операции (допускаемый зазор, применяемая смазка при запрессовке, метод регулировки и т. и.).

Испытание собранных изделий - заключительная контрольная операция качества их изготовления. Необходимо написать краткую программу проведения испытаний изделия (технологический процесс испытаний), где указать последовательность и виды испытаний (вхолостую, под нагрузкой, с каким режимом нагрузки), привести параметры испытаний (частота вращения, мощность), продолжительность отдельных переходов испытания, содержание контроля до время испытаний (температура узлов, отдаваемая мощность, температура масла) и после их завершения (величины зазоров, биение). Дать по возможности схему испытательного стенда и его технологическую характеристику.

Порядок выполнения работы:

1. Необходимо выполнить 3 эскиза на наиболее сложные операции (переходы) сборки и 1-2 эскиза на контрольно-регулирующие операции.
2. Эскизы оформляются на карте эскизов (КЭ) ЕСТД.
3. Сделать записи расчетов в тетрадь.
4. Подготовить защиту практической работы.

Ход работы:

1. На эскизе конструктивно изображается приспособление для установки собираемых деталей, сами собираемые детали, элементы конструкции изделия и применяемые инструменты. Рекомендуется изображать приспособления, собираемые детали, рабочие инструменты не полностью, а только те их элементы, которые взаимодействуют друг с другом в процессе сборки и необходимы для пояснения перехода (операции).

2. Сопрягаемые детали показываются в том положении, которое они должны занять в конце перехода (втулка запрессована, винт закручен). При необходимости их начальное положение может быть показано штрихпунктирным контуром. Сопрягаемые поверхности выделяются красным цветом или двойной (жирной) линией. Указывается размер получаемого сопряжения с допускаемыми отклонениями согласно сборочному чертежу (посадка). Кроме того, могут быть даны габаритные размеры сопряжения, величина хода, расстояния от опорных поверхностей.

3. На эскизе желательно показать стрелками схему рабочих и холостых перемещений собираемых деталей и сборочного инструмента. На этой схеме приводятся параметры технологического режима выполнения перехода. Детали изделия обозначаются в соответствии со спецификацией, инструменты и оборудование - в соответствии с картой технологического процесса.

4. На поле эскиза должен быть заголовок, указывающий номер и наименование операции (по маршрутной карте), для которой выполняется эскиз. Здесь может быть указан номер и содержание изображаемого перехода.

5. Табличкой могут быть указаны режимы выполнения операции (усилие запрессовки, температура нагрева, частота вращения шпинделя гайковерта и т. п.). И здесь же должны быть указаны технические условия к выполнению операции (допускаемый зазор, применяемая смазка при запрессовке, метод регулировки и т. и.).

6. Испытание собранных изделий - заключительная контрольная операция качества их изготовления. Необходимо написать краткую программу проведения испытаний изделия (технологический процесс испытаний), где указать последовательность и виды испытаний (вхолостую, под нагрузкой, с каким режимом нагрузки), привести параметры испытаний (частота вращения, мощность), продолжительность отдельных переходов испытания, содержание контроля до время испытаний (температура узлов, отдаваемая мощность, температура масла) и после их

завершения (величины зазоров, биение). Дать по возможности схему испытательного стенда и его технологическую характеристику.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в виде карты эскизов.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.2 Технология производства крепежных изделий

Лабораторное занятие № 8

Принцип работы и характеристика оборудования для производства крепежных изделий

Цель работы: ознакомиться с принципом работы и характеристикой оборудования для производства крепежных изделий на предприятии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- визуально контролировать образование износа, задиров, забоин, вмятин и трещин на штамповой оснастке;
- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования;
- выполнять обслуживание (ежедневное, еженедельное) ХШО и штамповой оснастки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- использовать инструменты и приспособления для сборки, разборки и регулирования параметров работы штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки.

Материальное обеспечение:

Оборудование для производства крепежных изделий.

Задание:

1. Ознакомиться с принципом работы оборудования для производства крепежных изделий
2. Дать характеристику оборудования для производства крепежных изделий

Порядок выполнения работы:

1. Сделать записи расчетов в тетрадь.
2. Подготовить защиту лабораторной работы.

Ход работы:

1. Прослушать инструктаж по технике безопасности.
2. Ознакомиться с техникой безопасности при работе оборудования в цеху.
3. Ознакомиться с вредными факторами в цеху.
4. Расписаться в журнале по технике безопасности.
5. Пройти в цех, посмотреть работу оборудования.
6. Сделать записи в тетради для практических работ.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в письменном виде с подробным описанием работы оборудования и технологическим процессом.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные

осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.3 Технология производства болтов холодной объёмной штамповкой

Практическое занятие № 14 Расчет силовых параметров болтов

Цель работы: изучение конструкций болтовых соединений и методики их расчета.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холоднштамповочного оборудования.

Материальное обеспечение:

Оборудование не используется.

Модели болтовых соединений;

Штангенциркуль;

Линейка.

Задание:

1. Получить у преподавателя расчетную схема соединения: редуктор и рым-болт.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Составить отчет о практическом занятии.

Краткое теоретическое обоснование:

Болтовое соединение — одно из наиболее распространенных видов разъемного соединения. Простота изготовления и удобство сборки и разборки позволили использовать резьбу в большинстве деталей. Локомотивы, вагоны, подъемно-транспортные, строительные и путевые машины, стрелочные переводы, металлические конструкции содержат большое количество таких крепежных деталей, как болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и другие.

Примером незатянутого соединения одиночным болтом является нарезанный участок рым-болта (рис. 2), хвостовика крюков и другие детали.

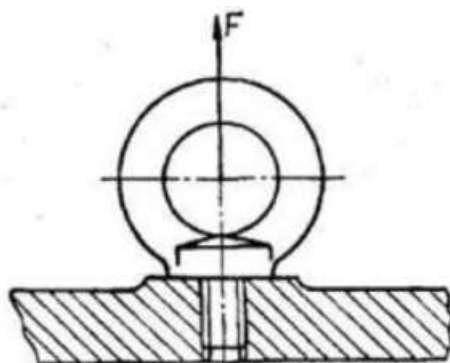


Рис. 2. Незатянутое соединение рым-болта

Опасным (расчетным) является сечение болта, ослабленное нарезкой. Площадь этого сечения оценивают приближенно по внутреннему диаметру резьбы d_1 , который находится из расчета на растяжение:

$$d_1 = 4F\pi, \quad (1)$$

Где F — растягивающая сила, для рым-болта принимается равной весу редуктора $G = mg$ (табл.1);

- допускаемое напряжение

$$[\sigma] = 0,6 T, \quad (2)$$

где σT — предел текучести материала (табл. П. 5).

Марка резьбы принимается из табл. П. 6 так, чтобы ее внутренний диаметр d_1 был больше рассчитанного по формуле (1). Рекомендуется принимать рым-болты М8 и выше. Выбор оформляют по типу: «Принимаем рым-болт М8 ГОСТ 4751 -73».

Групповое болтовое соединение под нагрузкой, раскрывающей стык детали (рис. 3), нагружается в общем случае силой Q , направленной под углом α к оси x . Разложение силы Q на составляющие N и S и их приведение к центру тяжести стыка дает нагружение соединения двумя силами (отрывающей N и сдвигающей S) и опрокидывающим моментом M :

$$S = Q \cos \alpha; \quad (3)$$

M N L S L 2 .

Из условия нераскрытия стыка определяется напряжение смятия в стыке от затяжки:

$$\sigma_{зам} = K_1 (\sigma_N + \sigma_M), \quad (4)$$

где K_1 — коэффициент запаса по нераскрытию стыка, $K_1 =$

1,3...2; σ_N — напряжение смятия от отрывающей силы; σ_M — напряжение смятия от момента.

$$\sigma_N = N / A_{см}; \quad (5)$$

$$\sigma_M = M / W_{см}. \quad (6)$$

В формулах (5) и (6) $A_{см}$ и $W_{см}$ — соответственно площадь и момент сопротивления стыка, т. е. основания стойки с размерами A и

B . При сплошном основании $A_{см} = AB$, а $W_{см} = AB^2/6$. Усилие затяжки каждого болта из условия нераскрытия стыка:

$$F_{зам} = \sigma_{зам} A_{см} z, \quad (7)$$

где z — число болтов соединения.

2. Массу шестеренно-червячного редуктора принимать на 20 % больше массы червячного редуктора.

3. Массу двухступенчатого червячного редуктора принимать на 20 % больше массы одноступенчатого червячного редуктора.

Предварительная затяжка болтов должна обеспечивать отсутствие сдвига. В соединениях, не имеющих разгрузочного устройства от сдвига деталей, сила трения в стыке должна быть больше сдвигающей силы:

$$(F_{зам} z - N) f > KS, \quad (8)$$

где K — коэффициент запаса по сцеплению, $K = 1,3... 1,5$ при

статической нагрузке; $K = 1,8...2$ при переменной нагрузке; f — коэффициент трения, $f = 0,3...0,35$ для стали (чугуна) по бетону; $f = 0,24$ для стали (чугуна) по дереву; $f = 0,15...0,2$ для стали по чугуну (стали).

Таблица 1

Тип редуктора	Масса редукторов		Масса редуктора m, кг
	Межосевые расстояния, aw, мм		
	I ступень	II ступень	
	(быстроходная)	(тихоходная)	
Цилиндрический Одноступенчатый	100	-	45
	160	-	85
	200	-	140
	250	-	250
Цилиндрический двухступенчатый по развернутой схеме	100	160	100
	125	200	200
	160	250	300
	200	315	400
Цилиндрический двухступенчатый соосный	100	100	90
	160	160	180
	200	200	280
	250	250	380
Коническо- цилиндрический	Rc=100	160	170
	Rc=100	200	200
	Rc=160	250	400
Червячный	80	-	30
	100	-	60
	125	-	70
	160	-	120
	180	-	170
	225	-	210

Примечания. 1. При промежуточных значениях межосевых расстояний масса редуктора определяется методом интерполирования.

При невыполнении условия (8) усилие затяжки определяется из условия сдвига:

$$F_{зам} = (KS - Nf) / zf. \quad (9)$$

Расчетная нагрузка на болт

$$F_p = 1,3F_{зам} + \chi F, \quad (10)$$

где 1,3 — коэффициент, учитывающий касательные

напряжения, возникающие от момента трения в резьбе; λ — коэффициент внешней нагрузки, $\chi = 0,2 \dots 0,3$; F — суммарная внешняя нагрузка:

$$F = F_N + F_M. \quad (11)$$

Внешняя нагрузка от силы N , приходящаяся на один болт (12)

Внешняя нагрузка на наиболее нагруженные внешние болты в ряду 1 (рис.3):

$$F_M = \frac{M l_1}{2 i_n l_k^2} \quad (13)$$

где

i_n — число болтов в поперечном ряду, $i_n=2$; $l_k=l_1, l_2$ и т.д. — расстояния от оси симметрии плоскости стыка до осей болтов; k — число поперечных рядов с одной стороны от оси поворота; на рис. 2.2 $k=2$.

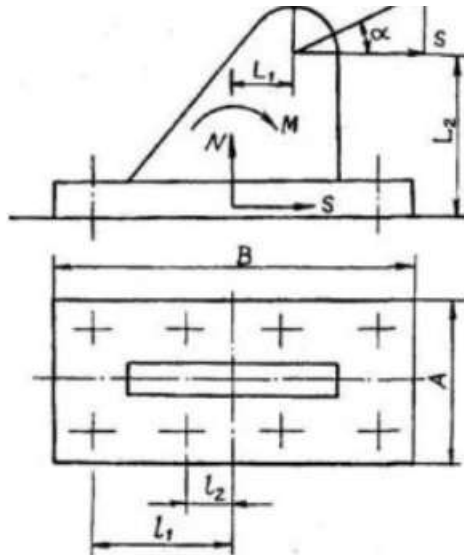


Рис. 3. Схема нагружения кронштейна

В соединении фундаментных болтов редуктора $N = 0$ и $S = 0$, а нагрузкой является только опрокидывающий момент M . Формула (4) примет вид:

Если редуктор крепится четырьмя болтами, то внешняя нагрузка от момента

$$F_M = M / (2 l),$$

где l — расстояние между осями болтов.

Опрокидывающий момент M определяется в зависимости от схемы редуктора и заданного момента на быстроходном валу Т1. В двухступенчатом цилиндрическом редукторе (рис. 4)

$$M = |T_1 - T_3|, \quad (14)$$

где T_3 — реактивный крутящий момент со стороны исполнительного механизма на редуктор, направлен противоположно угловой скорости.

Рис.2.3 Крутящие моменты в двухступенчатом цилиндрическом редукторе

$$T_3 = T_1 u_1 u_2 \eta_1^2, \quad (15)$$

где u_1 и u_2 — передаточные числа ступеней редуктора; η_1 — КПД одной зубчатой пары; $\eta_1 = 0,95 \dots 0,97$.

Момент на промежуточном валу T_2 является внутренним и на корпус не передается. С учетом формул (14) и (15)

На рис.4 момент T_{3c} показан для двухступенчатого цилиндрического редуктора.

В коническо-цилиндрическом редукторе (рис. 5) моменты на быстроходном и тихоходном валах действуют в разных плоскостях.

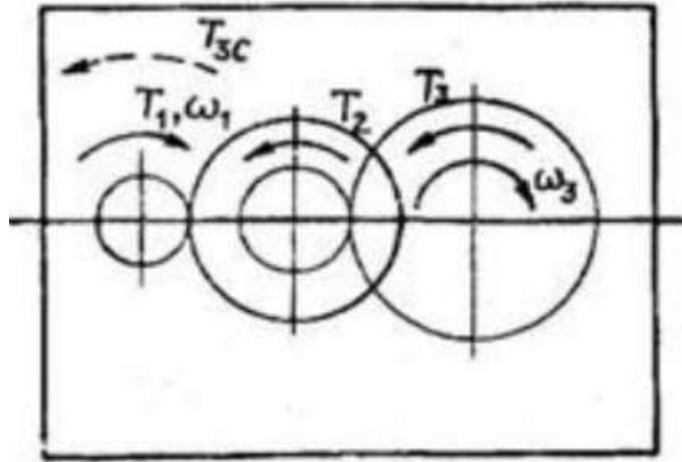


Рис. 4 Крутящие моменты в двухступенчатом цилиндрическом редукторе
Вследствие малой величины момента T_1 им можно пренебречь. Расчетный момент

$$M = T_3 = T_1 u_1 u_2 \eta_1^2 \quad (17)$$

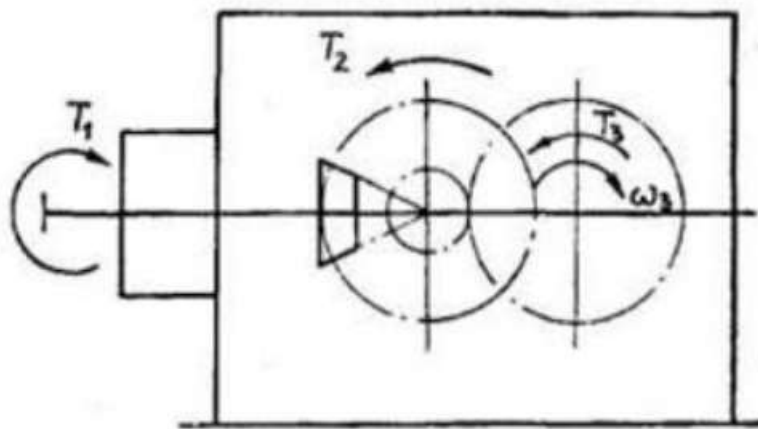


Рис. 5 Крутящие моменты в коническо-цилиндрическом редукторе

Аналогично для цилиндрическо-червячного редуктора (рис. 6) опрокидывающий момент (2.18)

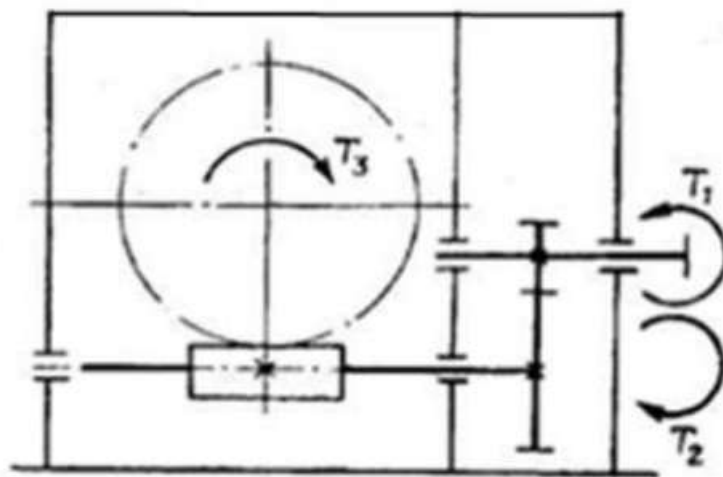


Рис. 6 Крутящие моменты в цилиндрическо-червячном редукторе

где η_2 — КПД червячной передачи; $\eta_2 = 0,75 \dots 0,8$. Внутренний диаметр резьбы

Допускаемое напряжение для материала болтов затянутых болтовых соединений

Таблица 2

Коэффициент запаса прочности

Материал болта	Коэффициент s для болтов		
	M6...M16	M16...M30	M30...M60
Углеродистая сталь	5...4	4...2,5	2,5...1,5
Легированная сталь	6,5...5	5...3,3	3,3

Таблица 4

Допускаемые нагрузки

Обозначение резьбы	Допускаемая нагрузка [Fr.], Н	Обозначение резьбы	Допускаемая нагрузка [Fr.], Н
M6	800	M16	8000
M8	1500	M20	14000
M10	2500	M24	21000
M12	3800	M30	46000

Порядок выполнения работы:

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы выполнить расчетные схемы болтовых соединений, основываясь на полученных от преподавателя данных.
2. Сделать записи расчетов в тетрадь.
3. Подготовить защиту практической работы.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Выполнить расчетные схемы болтовых соединений.
2. Рассчитать резьбу рым-болта, обозначение резьбы привести на расчетной схеме.
3. Вычертить расчетную схему болтового соединения корпуса редуктора к раме в двух проекциях.
4. Замерить размеры основания редуктора, диаметр фундаментных болтов и расстояние между их осями.
5. По заданной нагрузке T_1 и материалу болтов (табл. 5) рассчитать диаметр болтов из условия нераскрытия стыка.
6. По замеренному диаметру болтов рассчитать допускаемый крутящий момент $[T_1]$ на быстроходном валу редуктора по условию прочности болтов соединения.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 5

Наименование параметров	Исходные данные					
	Номера вариантов					
	1	2	3	4	5	6
Крутящий момент на быстроходном валу T_1 , Нм	60	8	100	120	140	160
Материал болтов, сталь	СТЗ	20	35	45	30Х	30ХГСА

Контрольные вопросы:

1. Какие различают типы резьб по назначению и по геометрической форме, по числу заходов и по направлению наклона витков?
2. Какие различают виды метрической резьбы?
3. Почему резьба с крупным шагом имеет преимущественное применение?
4. Какие различают болты, винты, шпильки по назначению и форме?
5. Из какого материала выполняют болты, винты, гайки, шайбы?
6. Какие устройства применяют для разгрузки болта от действующей поперечной силы?
7. Как рассчитывают резьбу?
8. Как рассчитывают болты, винты, шпильки при действии статических и переменных нагрузок в различных случаях?
9. Как определяют допускаемые напряжения для болтов, винтов и шпилек при расчете их на прочность?
10. Какими способами достигается увеличение выносливости болтов, винтов, шпилек?

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в письменной форме с решением задач и письменных ответов на вопросы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических

умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется- студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.3 Технология производство болтов холодной объёмной штамповкой

Практическое занятие №15 Расчет параметров при производстве гаек

Цель работы: изучение конструкций болтовых соединений и методики их расчета.

Выполнив работу, Вы будете:
уметь:

- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования;
- использовать инструменты и приспособления для сборки, разборки и регулирования параметров работы штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности.

Материальное обеспечение:
Оборудование не используется.
Индивидуальный раздаточный материал.

- Задание:**
1. Получить у преподавателя расчетную схема соединения.
 2. Составить отчет о практическом занятии.

Краткое теоретическое обоснование

Расчет геометрических параметров заготовок гаек

а) Расчет размеров углубления со стороны осадочного пуансона (1):

$$d_1 = d_{\max} = 20 \text{ мм} \quad 1)$$

где $d_{\max}$ -максимальный размер отверстия под резьбу по ГОСТу 5915

d_1 -Диаметр подголовка

Высота внутреннего конуса (2):

$$h = \frac{d_1}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{26,4}{2} \operatorname{tg} 15^\circ = 11,3 \text{ мм} \quad 2)$$

где α - угол при основании конусного углубления определяется в зависимости от высоты гайки и назначается в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 -Значения угла α

№ п/п	Наименование гайки	$\alpha, ^\circ$
1	Низкая	5
2	Нормальная	15
3	Высокая	15

Высота внутреннего усеченного конуса (3):

$$b = K * H_{cp} = 0,120 * 16 = 1,9 \text{ мм}$$

3)

где K- коэффициент, назначается в соответствии с таблицей 7.

b- длина резьбы

Таблица 7 – Значения коэффициента K, K₂

№ п/п	Наименование гайки	K	K ₂
1	Низкая	0,080	0,7 – 0,8
2	Нормальная	0,120	0,090
3	Высокая	0,150	0,110

Высота наружных конусов усеченных(4):

$$C = 0,55p = 0,55 * 20 = 1,1 \text{ мм}$$

4)

где p- шаг резьбы, мм

Большой диаметр внутреннего усеченного конуса (5)

$$d_2 = d_1 + 2b * \operatorname{tg} \beta = 26,4 + 1,9 * \operatorname{tg} 5^\circ = 20 \text{ мм}$$

5)

где $\beta = 5^\circ$ - при работе без поворота заготовки;

$\beta = 10^\circ$ - при работе с поворота заготовки на 180°

Большой диаметр наружного усеченного конуса (6):

$$d_3 = d_2 + 2 * \operatorname{tg} \gamma = 20 + 2 \operatorname{ctg} \gamma^\circ = 20 + 2 \operatorname{ctg} 60^\circ = 21 \text{ мм}$$

6)

где γ – половина угла фаски под резьбу; $2\gamma = 120^\circ$

б) Расчет размеров углубления со стороны выталкивающего пуансона

Малый размер углубления со стороны выталкивающего пуансона (7):

$$d_4 = d_1 + K_1 = 26,4 + 0,30 = 26,7 \text{ мм}$$

7)

где K₁- коэффициент, назначается в соответствии с таблицей 8.

Таблица № 8 – значение K₁ для разных размеров гаек

№ п/п	Размеры гайки	K ₁
1	До М6	0,10
2	От М8 до М10	0,15
3	От М12 до М16	0,20
4	От М18	0,30

Высота внутреннего конуса (8):

$$h_1 = \frac{d_4}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{26,7}{2} \operatorname{tg} 15^\circ = 3,6 \text{ мм} \quad 8)$$

где α – определяется в зависимости от высоты гайки и назначается в соответствии с таблицей 3

Высота внутреннего усеченного конуса (9):

$$b_1 = K_2 * H_{\text{cp}} = 0,110 * 16 = 1,76 \text{ мм} \quad 9)$$

где K_2 -коэффициент, назначается в соответствии с таблицей 3

H_{cp} – средняя высота гайки

Большой диаметр внутреннего усеченного конуса (10):

$$d_5 = d_4 + 2b * \operatorname{tg} \beta_2^\circ = 26,7 + 2 * 1,17 * \operatorname{tg} 5^\circ = 27 \text{ мм} \quad 10)$$

где $\beta_1 = 10^\circ$ - при работе без поворота заготовки;

$\beta_2 = 5-7^\circ$ - при работе с поворота заготовки.

Большой диаметр наружного усеченного конуса (11):

$$d_6 = d_5 + 2\operatorname{tg} \gamma^\circ = 27 + 2\operatorname{tg} 60^\circ = 30 \text{ мм} \quad 11)$$

в) Расчет объема заготовки третьего перехода

Условный объем заготовки до пробивки (12):

$$V = 0,866 * S^2 \min * H_{\text{cp}} = 0,866 * 23^2 * 16 = 7330 \text{ мм} \quad 12)$$

где $S \min$ – минимальный размер шестигранника гайки, мм.

Объем переднего конического углубления (13):

$$V_2 = 0,2618 * d_1^2 * h = 0,2618 * 26,4^2 * 11,3 = 2062 \text{ мм} \quad 13)$$

Объем заднего конического углубления (14):

$$V_5 = 0,2618 * d_4^2 * h_1 = 0,2618 * 26,7^2 * 3,6 = 672 \text{ мм} \quad 14)$$

Объем заднего внутреннего переднего усечения конуса (15):

$$V_3 = 0,2618 * (d_1^2 + d_1 * d_2 + d_2^2) b = 0,2618 * (26,4^2 + 26,4 * 20 * 20^2) * 1,9 = 808 \text{ мм} \quad 15)$$

Объем внутреннего заднего усеченного конуса (16):

$$V_4 = 0,2618(d_4^2 + d_4 d_5 + d_5^2)b_1 = 0,2618*(26,7^2 + 26,7*27 + 27^2)1,76 = 996 \text{ мм} \quad 16)$$

Объем переднего усеченного конуса (17):

$$V_6 = 0,2618(d_2^2 + d_2 d_3 + d_3^2)c = 0,2618*(20^2 + 20*21 + 21^2)1,4 = 462 \text{ мм} \quad 17)$$

Объем наружного заднего усеченного конуса (18):

$$V_7 = 0,2618(d_5^2 + d_5 d_6 + d_6^2)c = 0,2618*(27^2 + 27*30 + 30^2)1,4 = 638 \text{ мм} \quad 18)$$

Объем наружной фаски (19):

$$V_8 = 0,011 * S^3 \min = 0,011 * 233 = 134 \text{ мм} \quad 19)$$

Тогда объем заготовки третьего перехода до прошивки отверстия (20):

$$V_1 = V - (V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + 2V_8) = 7330 - (2062 + 808 + 996 + 672 + 462 + 638 + 2*134) = 1424 \text{ мм} \quad 20)$$

Расчеты длины заготовки и диаметра проволоки под высадку (21):

$$L \frac{V_1}{0,785 * D_0^2} = \frac{1424}{0,785 * 9} = 201 \text{ мм} \quad 21)$$

Назначаем диаметр заготовки (22):

$$D = (0,8 - 0,9) * S = 0,1 * 30 = 3 \text{ мм} \quad 22)$$

где S - размер «под ключ»

Расчет размеров заготовки первой осадки

Наибольший диаметр заготовки первой осадки (23):

$$D_1 = 1,02 * D_0 = 1,02 * 22 = 22,44 \text{ мм} \quad 23)$$

Малый Диаметр фаски заготовки (24):

$$d_7 = 0,875 * D_1' = 0,875 * 22,44 = 20 \text{ мм} \quad 24)$$

Высота конической фаски заготовки (25):

$$h_2 = \frac{D_1' - d_7}{2} \text{ctg} 22^\circ = \frac{22,44 - 20}{2} \text{ctg} 22^\circ = 3 \text{ мм} \quad 25)$$

Объем усеченного конуса (26):

$$V_9 = 0,2618 * (D_1'^2 + D_1' * d_7 + d_7^2) * h_2 = 0,2618 * (22,44^2 + 22,44 * 18 + 18^2) * 3 = 967 \text{ мм} \quad (26)$$

Длина цилиндрической части заготовки первой осадки (27):

$$\ell_1 = \frac{V_1 - V_9}{0,785 * D_1'^2} = \frac{1424 - 967}{0,785 * 22,44^2} = 1,16 \text{ мм} \quad (27)$$

Общая длина заготовки первой осадки (28):

$$L = \ell_1 + h_2 = 3 + 1,16 = 4,16 \text{ мм} \quad (28)$$

Наибольший диаметр заготовки «бочонка» принимается равным наименьшему размеру гайки «под ключ» за вычетом допуска (0,1-0,4) мм (29):

$$D_2 = S \min - (0,1 - 0,4) = 23 - (0,1 - 0,4) = 23,3 \text{ мм} \quad (29)$$

Малый диаметры конической части «бочонка» d_8 и d_9 принимаются равными между собой и назначаются (30-31):

а) для гаек размером $\leq M8$ равными наружному диаметру резьбы:

б) для гаек размером $\geq M10$ – наибольшему диаметру отверстий под резьбу.

Высота конуса 13 и 14 равны между собой и определяются по формуле: $13 = 14$, мм.

$$\ell_3 = \frac{D_2 - d_8}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \frac{23,3 - 17,35}{2} \operatorname{ctg} \frac{23,3}{2} = 0,4 \text{ мм} \quad (30)$$

$$\ell_4 = \frac{D_2 - d_9}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \frac{23,3 - 17,35}{2} \operatorname{ctg} \frac{23,3}{2} = 0,4 \text{ мм} \quad (31)$$

Объем конуса «бочонка» (32):

$$V_{10} = V_{12} = 0,2618 * (D_2^2 + D_2 * d_8^2 + d_8^2) * \ell_3 = 0,2618 * (23,3^2 + 23,3 * 17,35 + 17,35^2) * 0,4 = 130 \text{ мм} \quad (32)$$

Объем цилиндрической части «бочонка» (33):

$$V_{11} = V_1 - (V_{10} + V_{12}) = 1424 - (130 + 130) = 1164 \text{ мм} \quad (33)$$

Высота цилиндрической части «бочка» (34):

$$\ell_5 = \frac{V_{11}}{0,785 D_2^2} = \frac{1164}{0,785 * 23,3^2} = 2,7 \text{ мм} \quad (34)$$

Высота заготовки гайки на второй половине (35):

$$L_2 = L_3 + L_4 + L_5 = 0,4 + 0,4 + 2,7 = 3,5 \text{ мм} \quad (35)$$

Расчёты геометрических размеров гаек

Определение размеров заготовок гайки при четырех переходов процессе. Диаметр резьбы М20. В соответствии с ГОСТ 5915 гайка имеет следующие размеры по формулам (36-39):

$$D_1 = (0,9 - 0,95)S = (0,9 - 0,95) * 24^{-0,84} = 1,2 \text{ мм, где} \quad (36)$$

где, S – номинальный диаметр под ключ

$$P = 1,75 \text{ мм; } H = 13,90^{+0,30-40} \quad (37)$$

$$S = 24^{-0,30-40}; D \geq 20,9 \text{ мм; } d = 16 \text{ мм} \quad (38)$$

Расчёт геометрических размеров заготовок гайки осуществляется по методике, изложенной ниже.

По формулам вычисляем необходимые размеры и объём заготовки гайки третьего перехода по формулам (39-58):

$$c = 0,55p = 0,55 * 2,0 = 1,1 \text{ мм, где} \quad (39)$$

где c – шаг резьбы

$$d_1 = d_{\max} = 20 \text{ мм} \quad (40)$$

где $d_{\max}$ – максимальный размер отверстия под ГОСТ 5927

$$h = \frac{d_1}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{20}{2} * \operatorname{tg} 15^\circ = 11,6 \text{ мм} \quad (41)$$

$$b = K H_{\text{cp}} = 0,120 * 13 = 15,6 \text{ мм} \quad (41)$$

где H_{cp} – это средняя высота гайки

$$d_2 = d_1 + 2b \operatorname{tg} \beta = 20 + 2 * 1,56 * \operatorname{tg} 5^\circ = 9,5 \text{ мм} \quad (43)$$

$$d_3 = d_2 + 2c \operatorname{tg} \gamma = 9,5 + 2 * 1,1 * \operatorname{tg} 120^\circ = 11,1 \text{ мм} \quad (44)$$

$$d_4 = d_1 + K_1 = 20 + 0,20 = 20,2 \text{ мм} \quad (45)$$

$$h_1 = \frac{d_4}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{20,2}{2} \operatorname{tg} 15^\circ = 8,7 \text{ мм} \quad (46)$$

$$b_1 = K_2 H_{\text{cp}} = 0,090 * 13 = 1,17 \text{ мм} \quad (47)$$

где К- коэффициент, назначается в соответствии с таблицей 3

$$d_5 = d_4 + 2b_1 \operatorname{tg} \beta_1 = 20,2 + 2 * 1,17 * \operatorname{tg} 10^\circ = 21,7 \text{ мм} \quad (48)$$

$$d_6 = d_5 + 2 \operatorname{ctg} \gamma = 21,7 + 2 * 1,1 * \operatorname{tg} 120^\circ = 23,3 \text{ мм} \quad (49)$$

$$l = H - (b + h + h_1 + b_1 + 2c) = 13,9 - (1,56 + 13 + 8,7 + 1,17 + 2 * 1,1) = 12,7 \text{ мм} \quad (50)$$

$$V = 0,866 S^2 \min H_{\text{сп}} = 0,866 * 24^2 * 13 = 6484,6 \text{ мм}^3 \quad (51)$$

$$V_2 = 0,2618 d_1^2 h = 0,2618 * 20^2 * 13 = 1361,4 \text{ мм}^3 \quad (52)$$

$$V_5 = 0,2618 * d_4^2 h_1 = 0,2618 * 20,2^2 * 8,7 = 929,4 \text{ мм}^3 \quad (53)$$

$$V_3 = 0,2618 (d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2) b = 0,2618 * (20^2 + 20 * 9,5 + 9,5^2) * 1,56 = 277,7 \text{ мм}^3 \quad (54)$$

$$V_6 = 0,2618 (d_2^2 + d_2 d_3 + d_3^2) c = 0,2618 * (9,5^2 + 9,5 * 11,1 + 11,1^2) * 1,1 = 91,8 \text{ мм}^3 \quad (55)$$

$$V_7 = 0,2618 * (d_5^2 + d_5 d_6 + d_6^2) c = 0,2618 * (21,7^2 + 21,7 * 23,3 + 23,3^2) * 1,1 = 437 \text{ мм}^3 \quad (56)$$

$$V_8 = 0,011 S^3 \min = 0,011 * 24^3 = 152,1 \text{ мм}^3 \quad (57)$$

$$V_1 = V - (V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + 2V_8) = 6484,6 - (1361,4 + 277,8 + 3391,2 + 929,4 + 91,8 + 437 + 2 * 152,1) = 403,8 \text{ мм}^3 \quad (58)$$

Размеры заготовки под нарезку резьбы соответствует размерам готовой детали.

Рассчитываем и выбираем размеры исходной заготовки по формулам (59-67):

$$D = 0,8S = 0,8 * 24 = 19,2 \text{ мм} \quad (59)$$

$$D = 0,9S = 0,9 * 24 = 21,4 \text{ мм} \quad (60)$$

$$L = 12,7 \text{ мм при } 15,2 \text{ мм} \quad (61)$$

Уточняем диаметр в соответствии с примечаниями.

Определяем необходимые размеры заготовки по формулам (62-32):

$$D_{1'} = 1,02 D_0 = 1,02 * 20 = 20,4 \text{ мм} \quad (62)$$

$$d_7 = 0,875D_1 = 0,875 * 20,4 = 17,85 \text{ мм} \quad (63)$$

$$h_2 = \frac{D_1 - d_7}{2} \operatorname{ctg} 22^\circ = \frac{20,4 - 17,9}{2} \operatorname{ctg} 22^\circ = 1,4 \text{ мм} \quad (64)$$

$$V_9 = 0,2618(D_1^2 + D_1 d_7 + d_7^2) h_2 = 0,2618(20,4^2 + 20,4 * 17,9 + 17,9^2) * 1,4 = 403,8 \text{ мм}^3 \quad (65)$$

$$l_1 = \frac{V_1 - V_9}{0,785 D_1} = \frac{403,8 - 306,2}{0,785 * 20,4} = 6,1 \text{ мм} \quad (66)$$

$$L_1 = l_1 + h_2 = 6,1 + 1,4 = 7,5 \text{ мм} \quad (67)$$

Определяем размеры заготовки на этой позиции по формулам (68-74):

$$D_2 = S_{\min} - (0,1 - ,4) = 7,2 \text{ мм} \quad (68)$$

где, $S_{\min}$ – минимальный номинальный диаметр под ключ

$$d_8 = d_9 = 10,2 \text{ мм} \quad (69)$$

$$l_3 = l_4 = \frac{D_2 - d_8}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha_1}{2} = \frac{7,2 - 10,2}{2} \operatorname{ctg} \frac{15}{2} = 7,6 \text{ мм} \quad (70)$$

$$V_{10} = V_1 = 403,8 \text{ мм}^3 \quad (71)$$

$$V_{11} = V_1 - (V_{10} + V_{12}) = 403,8 - (403,8 + 403,8) = 403,8 \text{ мм}^3 \quad (72)$$

$$l_5 = \frac{V_{11}}{0,785 D_2} = \frac{403,8}{0,785 * 7,2} = 77,4 \text{ мм} \quad (73)$$

$$L = l_3 + l_4 + l_5 = 7,6 + 7,6 + 7,74 = 23 \text{ мм} \quad (74)$$

Расчёт силовых параметров при производстве гаек

Усилие осадки на первой, второй и третьей позиции можно подсчитать в случае горячей деформации и в случае холодной деформации. При этом следует учитывать обозначения входящих в этих формулы величины.

На третьей позиции представляет значительный интерес расчёт усилия прошивки отверстия в заготовке по формуле (75):

$$p = \beta \sigma_s \left(1,5 + \frac{1}{1 - \frac{d^2}{D^2}} * \ln \frac{D}{d} + \frac{2}{\sqrt{3 \frac{d}{D} \left(1 - \frac{d^2}{D^2} \right)}} \right) = 10 * 40 \left(1,5 + \frac{1}{1 - \frac{20^2}{21,6^2}} * \ln \frac{21,6}{20} + \frac{2}{\sqrt{3 \frac{20}{21,6} \left(1 - \frac{20^2}{21,6^2} \right)}} \right) = 208,6 \text{ кг/мм}^3 \quad (75)$$

где p – шаг резьбы мелкий, мм
 $d = 20\text{ мм}$ – номинальный диаметр резьбы, мм
 $D = 21,6\text{ мм}$ – диаметр резьбы, мм

Предел текучести подсчитаем по формуле (76):

$$\sigma_s = \sigma_{0,2} \left(1 + 0,33 \frac{\mu}{z} \sqrt{\left(\frac{100}{(100 - \varepsilon)^3} \right)} \right) = \quad 76)$$

$$\sigma_s = 40 \left(1 + 0,33 \frac{0,1}{1,1} \sqrt{\left(\frac{100}{(100 * 11,4)^3} \right)} \right) = 40 \text{ кг/мм}^2$$

где $z = \frac{L}{D_1} = \frac{23}{20,4} = 1,1$ – глубина лумки, мм, $\mu = 0,1$;

$$\varepsilon = \ln \frac{D_1^2}{D_0^2} = \ln \frac{20,4^2}{21,6^2} = 0,114 \text{ или } 11,4\% - \text{ степень деформации, \%};$$

Усилие пробивки сквозного отверстия по формуле (77):

$$p = \tau_{cp} * \pi d_{cp} l = 23,1 * 3,14 * 15,5 * 1,27 = 1247,8 \text{ кг/мм}^2 \quad 77)$$

где $d_{cp} = \frac{d_5 + d_2}{2} = \frac{9,5 + 21,7}{2} = 15,5\text{ мм}$ – средний диаметр, мм;

$l = 1,27\text{ мм}$ – длина гайки, мм

$$\tau_{cp} = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} = \frac{40}{\sqrt{3}} = 23,1 \text{ кг/мм}^2$$

Расчёт часовой производительности гаек.

Рассмотрим часовую производительность автомата MW-48. Масса гайки равна 0,058кг, КПД составляет 80%, рабочие обороты автомата равны 60 оборотов в минуту. Производительность гаек составляет 87 гаяк в минуту.

Определим производительность гаек в час (78):

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{мин}} * V_{\text{мин}} = 87 * 60 = 5220 \text{ шт/ч} \quad 78)$$

Производительность гаек в т/ч (79):

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{шт}} * m = 5220 * 0,058 = 416 \text{ т/ч} \quad 79)$$

Порядок выполнения работы:

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы выполнить расчеты гаек, основываясь на полученных от преподавателя данных.

2. Сделать записи расчетов в тетрадь.

3. Подготовить защиту практической работы.

Ход работы:

1. Выполнить расчеты гаек.

2. Рассчитать геометрические размеры гаек;

3. Рассчитать силовые параметры при производстве гаек

4. Рассчитать часовую производительности гаек.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в письменном виде с расчетами.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.3 Технология производство болтов холодной объёмной штамповкой

Лабораторное занятие № 9

Принцип работы и характеристика оборудования для производства болтов

Цель работы: ознакомиться с принципом работы и характеристикой оборудования для производства болтов на предприятии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- визуально контролировать образование износа, задиров, забоин, вмятин и трещин на штамповой оснастке;
- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования;
- выполнять обслуживание (ежедневное, еженедельное) ХШО и штамповой оснастки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- использовать инструменты и приспособления для сборки, разборки и регулирования параметров работы штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки.

Материальное обеспечение:

Оборудование для производства болтов.

Задание:

1. Ознакомиться с принципом работы оборудования для производства болтов.
2. Дать характеристику оборудования для производства болтов.

Порядок выполнения работы:

1. Сделать записи расчетов в тетрадь.
2. Подготовить защиту лабораторной работы.

Ход работы:

1. Прослушать инструктаж по технике безопасности.
2. Ознакомиться с техникой безопасности при работе оборудования в цеху.
3. Ознакомиться с вредными факторами в цеху.
4. Расписаться в журнале по технике безопасности.
5. Пройти в цех, посмотреть работу оборудования.
6. Сделать записи в тетради для практических работ.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в письменном виде с подробным описанием работы оборудования и технологическим процессом.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется- студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.4 Технология производства навинтованных гвоздей

Практическое занятие № 16 Расчет процесса осадки шляпки гвоздя

Цель работы: рассчитать процесс осадки шляпки гвоздя.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования;
- контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности.

Материальное обеспечение:

1. Пресс гидравлический.
2. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм.
3. Штангенциркуль.

Задание:

1. Определить разрушающую нагрузку.
2. Выявить влияние шляпок гвоздей на несущую способность соединения.
3. Определить нагрузку, при которой резко возрастают остаточные деформации.
4. Определить деформацию соединения при расчетной нагрузке.

Краткие теоретические сведения:

Соединения с изгибаемыми гвоздями применяются в стыках и узлах дощатых конструкций, препятствуя взаимным смещениям соединяемых элементов. В связи с этим древесина в гвоздевом соединении работает на смятие.

Гвоздевые соединения могут быть симметричными и несимметричными, а по количеству условных срезов, пересекающих ось гвоздя, односрезными и многосрезными.

Диаметр гвоздей, забиваемых в цельную древесину, не превышает 6 мм. Гвоздь при забивке частично разрывает и раздвигает волокна древесины, образуя в ней отверстие с уплотненными стенками.

Благодаря этому он прочно зажимается в древесине и хорошо сопротивляется выдергиванию, и поэтому несущая способность гвоздевого соединения не зависит от угла между направлением действия силы и направлением 14 волокон.

По этой же причине в гвоздевом соединении возникают дополнительные усилия растяжения поперек волокон, а малая изгибная жесткость гвоздей приводит к повышенной ползучести соединения в целом.

Правила расстановки гвоздей в соединениях исключают опасность преждевременного скалывания и раскалывания соединяемых элементов, которая повышается по мере уменьшения их толщины. Поэтому диаметр гвоздей должен быть не более $1/4$ толщины пробиваемых элементов.

Расстояния между гвоздями диаметром d вдоль волокон соединяемых элементов должны быть не менее: от торцов – $15d$; между осями $15d$ в элементах толщиной, равной и большей $10d$ между осями $25d$ в элементах толщиной, равной $4d$, а в элементах промежуточной толщины расстояния между гвоздями принимают по интерполяции.

Расстояния между гвоздями поперек волокон и до кромок элементов должны быть при прямой расстановке не менее $4d$, а при расстановках в шахматном порядке и косыми рядами – не менее $3d$.

При определении расчетной несущей способности гвоздевого соединения рабочая толщина последней доски принимается меньше фактической:

- а) при пробивании соединяемых элементов насквозь на $1,5 d$;
 - б) при глухом защемлении без выхода гвоздя наружу не учитывается длина острия $1,5d$;
- кроме того, из длины гвоздя при определении длины его защемления вычитается по 2 мм на каждый шов между соединениями.

Если расчетная длина меньше $4d$, то его работу в примыкающем элементе учитывать не следует.

Порядок выполнения работы:

1. Определить фактических размеров образца и изображения.
2. Подготовить защиту практической работы
3. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. На рис. 7 представлена конструкция образца гвоздевого соединения с размещением приборов.

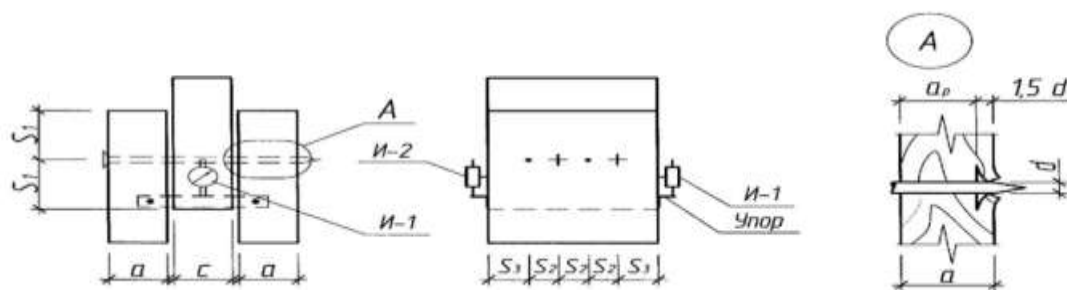


Рис. 7 Конструкция образца гвоздевого соединения с размещением приборов

2. Замерить и занести в отчет по практической работе фактические размеры образца: - толщину крайних элементов – a ; - толщину среднего элемента – c ; - диаметр гвоздей – d ; - длину гвоздей – l ; - расстояние вдоль волокон от торцов элементов до оси гвоздя – S_1 ; - расстояние между осями гвоздей поперек волокон – S_2 ; - расстояние от кромки доски до оси гвоздя поперек волокон – S_3 .
3. Зафиксировать основные данные для расчета: - материала образца; - количества условных срезов $n_{ср}$; - количества гвоздей m .
4. Определить расчетную толщину крайнего элемента; так как гвоздь пробивает крайнюю доску насквозь и возможен отщеп в доске при забивке, то $a_p = a - 1,5d$.
5. Определить расчетную несущую способность гвоздя на один условный срез Из условия смятия крайних элементов с учетом их различной расчетной толщины: а) для шва со стороны забивки гвоздя расчетная толщина доски равна толщине доски $T_a 80ad' = ; 16$ б) для шва со стороны острия гвоздя фактическая толщина доски уменьшается на $1,5 ad T ad a 80'' =$. Из условия смятия среднего элемента $T_c = 50cd$. Из условия изгиба гвоздя: – для шва со стороны забивки гвоздя $' 2 2$ и $T = 250d + a$; – для шва со стороны острия гвоздя $'' 2 2$ $T_i = 250d + a_p$. Наибольшая несущая способность $''' 2 T_i = 400d$.
6. Определить расчетную несущую способность соединения Минимальная несущая способность одного условного среза гвоздя: а) для шва со стороны забивки гвоздя – $' T_{min}$; б) для шва со стороны острия гвоздя – $'' T_{min}$. Минимальная расчетная несущая способность одного двухсрезного гвоздя $n_{ср} = 2$; $'' min ' T_{рас} = T_{min} + T$.
7. Рассчитать несущую способность соединения $P = T_{рас}$ т. Теоретическая величина нагрузки, при которой резко возрастают остаточные деформации, с учетом кратковременности ее действия при испытании $деф.т$ дл $P = P / K$, где $K_{дл}$ – коэффициент, учитывающий снижение прочности древесины при длительном действии нагрузки, принимаемый равным 0,66ины — это неисправимый брак. Коробление можно удалить при помощи рихтовки или правки.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается симметричное гвоздевое соединение от несимметричного?
2. Как устраняется опасность скалывания и раскалывания между гвоздями?
3. Максимальный диаметр гвоздей, забиваемых без предварительной рассверловки отверстий?
4. Как определить защемленную длину гвоздя?
5. Чему равны предельные расстояния между осями гвоздей вдоль волокон древесины?
6. Чему равны предельные расстояния между осями гвоздей поперек волокон древесины?
7. Как определить оптимальный диаметр гвоздя в соединении?
8. Как рассчитать несущую способность гвоздя по изгибу на один условный срез?
9. Как рассчитать несущую способность гвоздя по смятию древесины на один условный срез?
10. Какой режим нагружения применяется при экспериментальном определении несущей способности гвоздевого соединения?
11. Как проявляется потеря несущей способности гвоздевого соединения?
12. Каково влияние шляпок гвоздей на несущую способность соединения?
13. Какова расчетная величина деформации гвоздевого соединения в постоянных сооружениях при полном использовании его несущей способности?
14. Как по результатам испытания гвоздевого соединения определить разрушающую нагрузку?
15. Как определить полную Δp деформацию соединения?
16. Как определяется коэффициент надежности гвоздевого соединения?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в письменном виде с расчетами и ответами на контрольные вопросы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.5 Технология производства железнодорожных костылей, противоугонов и пружинных клемм

Лабораторное занятие № 11

Принцип работы и характеристика оборудования для производства железнодорожных костылей

Цель работы: ознакомиться с принципом работы и характеристикой оборудования для производства железнодорожных костылей на предприятии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- визуально контролировать образование износа, задиров, забоин, вмятин и трещин на штамповой оснастке;
- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования;
- выполнять обслуживание (ежедневное, еженедельное) ХШО и штамповой оснастки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- использовать инструменты и приспособления для сборки, разборки и регулирования параметров работы штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки.

Материальное обеспечение:

Оборудование для производства железнодорожных костылей.

Задание:

1. Ознакомиться с принципом работы оборудования для производства железнодорожных костылей.
2. Дать характеристику оборудования для производства железнодорожных костылей.

Порядок выполнения работы:

1. Сделать записи расчетов в тетрадь.
2. Подготовить защиту лабораторной работы.

Ход работы:

1. Прослушать инструктаж по технике безопасности.
2. Ознакомиться с техникой безопасности при работе оборудования в цеху.
3. Ознакомиться с вредными факторами в цеху.
4. Расписаться в журнале по технике безопасности.
5. Пройти в цех, посмотреть работу оборудования.
6. Сделать записи в тетради для практических работ.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в письменном виде с подробным описанием работы оборудования и технологическим процессом.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.5 Технология производства железнодорожных костылей, противоугонов и пружинных клемм

Лабораторное занятие № 12

Принцип работы и характеристика оборудования для производства противоугонов

Цель работы: ознакомиться с принципом работы и характеристикой оборудования для производства противоугонов на предприятии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- визуально контролировать образование износа, задиров, забоин, вмятин и трещин на штамповой оснастке;
- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования;
- выполнять обслуживание (ежедневное, еженедельное) ХШО и штамповой оснастки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- использовать инструменты и приспособления для сборки, разборки и регулирования параметров работы штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки.

Материальное обеспечение:

Оборудование для производства противоугонов.

Задание:

1. Ознакомиться с принципом работы оборудования для производства противоугонов.
2. Дать характеристику оборудования для производства противоугонов.

Порядок выполнения работы:

1. Сделать записи расчетов в тетрадь.
2. Подготовить защиту лабораторной работы.

Ход работы:

1. Прослушать инструктаж по технике безопасности.
2. Ознакомиться с техникой безопасности при работе оборудования в цеху.
3. Ознакомиться с вредными факторами в цеху.
4. Расписаться в журнале по технике безопасности.
5. Пройти в цех, посмотреть работу оборудования.
6. Сделать записи в тетради для практических работ.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в письменном виде с подробным описанием работы оборудования и технологическим процессом.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные

осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.5 Технология производства железнодорожных костылей, противоугонов и пружинных клемм

Лабораторное занятие № 13

Принцип работы и характеристика оборудования для производства пружинных клемм

Цель работы: ознакомиться с принципом работы и характеристикой оборудования для производства пружинных клемм на предприятии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- визуально контролировать образование износа, задиров, забоин, вмятин и трещин на штамповой оснастке;
- выполнять измерения с использованием контрольно-измерительных приборов и инструментов при наладке штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования;
- выполнять обслуживание (ежедневное, еженедельное) ХШО и штамповой оснастки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- использовать инструменты и приспособления для сборки, разборки и регулирования параметров работы штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- контролировать правильность наладки штамповой оснастки для холодноштамповочного оборудования малой мощности;
- определять возможные причины неисправностей в работе ХШ, вспомогательного оборудования и штамповой оснастки.

Материальное обеспечение:

Оборудование для производства пружинных клемм.

Задание:

1. Ознакомиться с принципом работы оборудования для производства пружинных клемм.
2. Дать характеристику оборудования для производства пружинных клемм.

Порядок выполнения работы:

1. Сделать записи расчетов в тетрадь.
2. Подготовить защиту лабораторной работы.

Ход работы:

1. Прослушать инструктаж по технике безопасности.
2. Ознакомиться с техникой безопасности при работе оборудования в цеху.
3. Ознакомиться с вредными факторами в цеху.
4. Расписаться в журнале по технике безопасности.
5. Пройти в цех, посмотреть работу оборудования.
6. Сделать записи в тетради для практических работ.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в письменном виде с подробным описанием работы оборудования и технологическим процессом.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные

осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.