

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
_____ К.М. Виноградов

Проектирование участка механической обработки
детали «Вал-шестерня»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.407.000ПЗ ВКР

Руководитель работы,
доцент
_____ В.В. Ахлюстина

Автор работы
студент группы ДО-516
_____ А.Н. Полухина

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021г.

Челябинск
2021

АННОТАЦИЯ

Полухина, А.Н. Проектирование участка механической обработки детали «Вал-шестерня». – Челябинск, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», кафедра «ТТиС», 2021, 120 с., 46 ил., библиографический список – 9 наим., 15 листов карт технологического процесса, 7 чертежей ф. А1

В выпускной квалификационной работе спроектирован участок механической обработки детали «Вал-шестерня». Методом размерного анализа определены размеры заготовки, благодаря к чему сведены к минимуму припуски на механическую обработку. Спроектированы зажимное приспособление, приспособление для контроля радиального биения.

В строительном разделе приведены расчёты количества оборудования, количества производственных и вспомогательных рабочих. Для годового объёма выпуска деталей рассчитаны транспортные средства, склад заготовок, склад готовых деталей, подъёмно-транспортное оборудование, транспортирование стружки, а так же была выполнена рациональная планировка участка механического цеха.

В разделе БЖД анализируются опасные факторы на производстве.

					15.03.05.2021.73.407 ПЗ ВКР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектирование участка механической обработки детали «Вал-шестерня»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	Полухина						3	120
<i>Провер.</i>	Ахлюстина					ЮУрГУ Кафедра ТТи С		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Микерина							
<i>Утверд.</i>	Виноградов							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Назначение и описание узла и работы детали в узле.....	7
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.....	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
2.1. Анализ технологичности детали	13
2.2. Анализ действующего технологического процесса.....	14
2.2.1. Анализ документации действующего техпроцесса	14
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки	16
2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса	29
2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного варианта техпроцесса	37
2.3. Разработка проектного технологического процесса.....	37
2.3.1. Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки	37
2.4 Разработка маршрута проектного техпроцесса.....	40
2.4.1 Выбор оборудования для реализации техпроцесса	42
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесс.....	51
2.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.	55
2.5.1 Преобразование и кодирование чертежа детали.....	55
2.5.2 Составление таблицы технологического маршрута	56
2.5.3 Оформление размерных схем и составление уравнений технологических размерных цепей	58
2.5.4 Оформление эскиза заготовки	65
2.6 Расчет режимов резания	66
2.6.1 Описание режущего инструмента, применяемого в проектном тп	66
2.6.2 Режимы резания по рекомендации производителя	71
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	77
3.1 Проектирование станочного приспособления	77
3.1.1 Определение условий закрепления заготовки	80
3.1.2 Расчет усилия зажима заготовки.	80

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

3.1.3 Расчет точности обработки	83
3.1.4 Описание и принцип работы зажимного приспособления.....	84
3.3 Контроль параметров детали «Вал-шестерня»	88
3.3.1 Контроль радиального и торцевого биения	88
3.3.2 Расчёт исполнительных размеров комплексного шлицевого калибра-кольца.....	96
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	99
4.1 Описание планировки участка	99
4.1.1 Выбор работа	104
4.1.2 Выбор и расчет схвата.....	106
4.2. Описание мероприятий по охране труда	112
4.2.1 Противопожарные мероприятия	112
4.2.2 Промышленная санитария	113
4.2.3 Электробезопасность.....	113
4.2.4 Микроклимат, вибрации, производственное освещение, шум	114
4.2.5 Производственное помещение.....	115
4.2.6 Вибрации.....	117
4.2.7 Шум	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	120

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СПЕЦИФИКАЦИИ
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является:

1) Полный анализ действующего технологического процесса и применяемого оборудования, оснастки и инструмента.

2) Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Вал-шестерня», и операции ее контроля, станочного и контрольного приспособления. Расчет промежуточных операционных размеров, размеров заготовки на основе размерных цепей и выбор способа её получения, а также режимов резания на операции механической обработки. Проектирование специального участка механической обработки.

Машиностроение является ведущей отраслью тяжелой индустрии страны. Создавая наиболее активную часть основных производственных фондов – орудия труда, машиностроение в значительной степени оказывает влияние на темпы и направления научно-технического прогресса в различных отраслях хозяйственного комплекса, на рост производительности труда и другие экономические показатели, определяющие эффективность развития общественного производства. На долю машиностроения приходится около 1/5 объема выпускаемой продукции промышленности страны, почти 1/4 основных промышленно-производственных фондов и 1/3 промышленно-производственного персонала..

До недавнего времени 90% продукции машиностроения производили развитые страны, а только 10% — развивающиеся. Но сегодня доля развивающихся стран составляет уже 25% и продолжает возрастать. В машиностроении мира доминирующее положение занимает небольшая группа развитых стран — США, на которые приходится почти 30% стоимости машиностроительной продукции, Япония — 15%, ФРГ — около 10%, Франция, Великобритания, Италия, Канада. В этих странах развиты практически все виды современного машиностроения, высока их доля в мировом экспорте машин.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Назначение и описание узла и работы детали в узле

Деталь устанавливается, цилиндрический редуктор, который служит для передачи крутящего момента с входного вала на выходной со снижением частоты вращения. Вал имеет точные поверхности 30k5, 50k5 и 50h5 на которые устанавливаются шариковые подшипники. Крутящий момент в редукторе передается при помощи зубчатых передач, для корректного вращения шестерней, необходима точное изготовление всех деталей участвующих в передаче вращения, этим обусловлены жесткие требования к исполнению допуска формы, таких как полное радиальное 12 мкм, и торцевое биение до 20 мкм. Требование к шероховатости поверхности Ra 0,8.

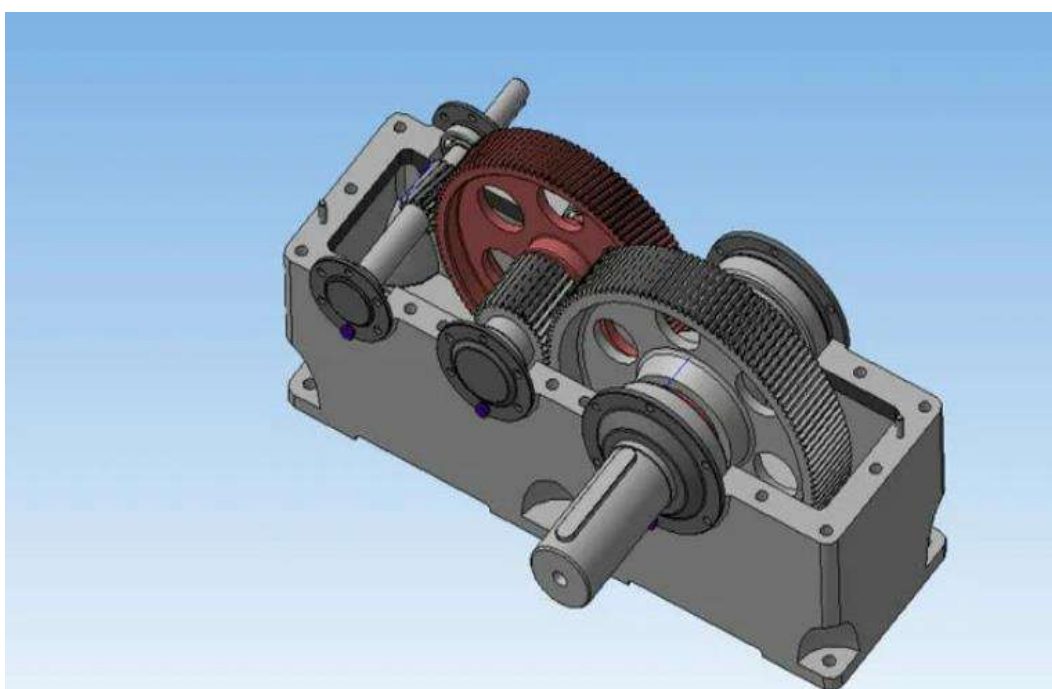


Рисунок 1.1 – Редуктор

Деталь выполняет функцию одного из валов передающих крутящий момент (рисунок 1.1) в пространстве поддерживается при помощи подшипников. От точности вращения детали зависит правильность работы всего узла.

Вывод: из всего перечисленного следует, что для нормальной работы узла требуется достаточно высокая точность сопряжения деталей, следствием чего является точность поверхности деталей.

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Деталь «Вал-шестерня» в соответствии с рисунком 1.2, представляет собой тело вращения, состоящий из нескольких цилиндрических поверхностей, зубчатого косозубого венца с модулем $m=3\text{мм}$ с числом зубьев 26, шлицевого

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

участка с прямобочными шлицами D-8x 38h6 x 32a11 x 6h9 , центрирующим является наружный диаметр, на торцевых поверхностях вала расположены отверстия с одной стороны центровое А5 ГОСТ14074-74 , с противоположной стороны отверстие диаметром 18мм . Обрабатываемые поверхности доступны для режущего и инструмента, что допускает обработку плоскостей на проход, а также позволяет применить много инструментальные наладки для одновременной обработки нескольких поверхностей.

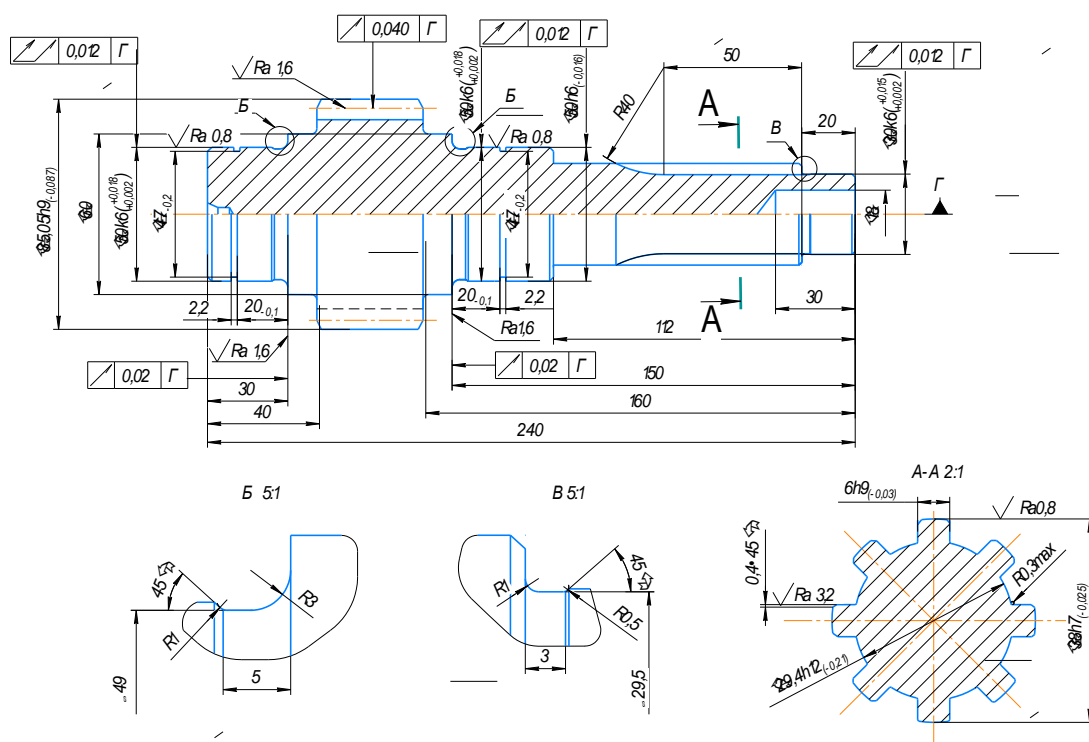


Рисунок 1.2 – Деталь «Вал-шестерня»

Размеры и поверхности детали имеют конструктивно обоснованную точность и шероховатость. Учитывая характер и условия эксплуатации детали, к некоторым поверхностям предъявляются достаточно высокие требования по точности, радиального и торцевого биения, параллельности и шероховатости, а также повышенные требования к точности.

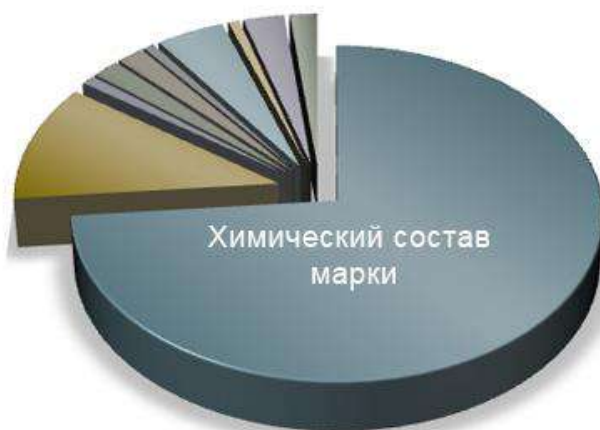
Материалом для изготовления детали служит сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-71 приведен в таблице 1.1

Использование в промышленности: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-71

Химический состав в % стали 40Х	
C	0,36 - 0,44
Si	0,17 - 0,37
Mn	0,5 - 0,8
Ni	до 0,3
S	до 0,035
P	до 0,035
Cr	0,8 - 1,1
Cu	до 0,3
Fe	~97



Удельный вес: 7820 кг/м³

Твердость материала: НВ 10⁻¹ = 217 МПа

Температура критических точек: Ас₁ = 743 , Ас₃(Ас_м) = 815 , Аг₃(Агс_м) = 730 , Аг₁ = 693

Флокеночувствительность: чувствительна

Свариваемость: трудносвариваема. Способы сварки: РДС, ЭШС, необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС - необходима последующая термообработка.

Обработываемость резанием: в горячекатаном состоянии при НВ 163-168 и σ_в=610 МПа, К_{в тв. спл}=1,2 и К_{в б.ст}=0,95

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Склонность к отпускной хрупкости: склонна

Таблица 1.2 – Механические свойства материала

Механические свойства стали 40Х									
ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение е, мм	КП	σ _{0,2} (МПа)	σ _в (МПа)	δ ₅ (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)	НВ, не более
4543-71	Пруток. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25		780	980	10	45	59	
8479-70	Поковки: нормализация	500-	24						143
		800	5	245	470	15	30	34	-
		300-500	27	275	530	15	32	29	179
		500	5						156

Продолжение таблицы 1.2

Механические свойства стали 40Х									
ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (кДж / м ²)	НВ, не более
	закалка, отпуск	500-800	27 5	275	530	13	30	29	156 - 197
	нормализация	до 100 100-300	31 5	315	570	17 14	38 35	39 34	167 - 207
	закалка, отпуск	300-500 500-800	31 5	315	570	12 11	30 30	29 29	167 - 207
	нормализация	до 100 100-300 300-500	34 5	345 345	590	18 17 14	45 40 38	59 54 49	174 - 217
	закалка, отпуск	до 100 100-300 300-500	39 5	395	615	17 15 13	45 40 35	59 54 49	187 - 229

Механические свойства стали 40Х в зависимости от сечения

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_4 (%)	ψ %	KCU (кДж / м ²)	НВ
Закалка 840-860 °С, вода, масло. Отпуск 580-650 °С, вода, воздух.						
101-200	490	655	15	45	59	212-248
201-300	440	635	14	40	54	197-235
301-500	345	590	14	38	49	174-217

Механические свойства стали 40Х в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (кДж / м ²)	НВ
200	1560	1760	8	35	29	552
300	1390	1610	8	35	20	498
400	1180	1320	9	40	49	417
500	910	1150	11	49	69	326
600	720	860	14	60	147	265

Механические свойства стали 40Х при повышенных температурах

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (кДж / м ²)
Закалка 830 °С, масло. Отпуск 550 °С					
200	700	880	15	42	118
300	680	870	17	58	
400	610	690	18	68	98
500	430	490	21	80	78

Предел выносливости стали 40X											
σ_{-1} , МПа	□□□□□□□□				n	Состояние стали					
363 470 509 333 372	240				10 ⁶ 10 ⁶ 5*10 ⁶	$\sigma_B=690$ МПа $\sigma_B=690$ МПа $\sigma_{0,2}=690$ МПа, $\sigma_B=690$ МПа $\sigma_B=690$ МПа Закалка 860 °С, масло, отпуск 550 °С					
Ударная вязкость стали 40X КСУ, (Дж/см ²)											
T= +20 °С	T= -25 °С			T= -40 °С	T= -70 °С	Термообработка					
160 91	148 82			107	85 54	Закалка 850 °С, масло, отпуск 650 °С Закалка 850 °С, масло, отпуск 580 °С					
Прокаливаемость стали 40X (ГОСТ 4543-71)											
Расстояние от торца, мм										Примечание	
1,5	4,5	6	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	24	30	Закалка 860 °С	
20,5-60,5	48-59	45-57,5	39,5-57	35-53,5	31,5-50,5	28,5-46	27-42,5	24,5-39,5	22-37,5	Твердость для полос прокаливаемости, HRC	
Физические свойства стали 40X											
T (Град)	E 10 ⁻⁵ (МПа)	□ 10 ⁶ (1/Град)	□ (Вт/(м·град))	□ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))		R 10 ⁹ (Ом·м)				
20	2.14				7820		210				
100	2.11	11.9	46	7800	466		285				
200	2.06	12.5	42.7	7770	508		346				
300	2.03	13.2	42.3	7740	529		425				
400	1.85	13.8	38.5	7700	563		528				
500	1.76	14.1	35.6	7670	592		642				
600	1.64	14.4	31.9	7630	622		780				
700	1.43	14.6	28.8	7590	634		936				
800	1.32		26	7610	664		1100				
900			26.7	7560			1140				
1000			28	7510			1170				
1100			28.8	7470			120				
1200				7430			1230				

Расшифровка марки стали 40Х: эта марка означает, что в стали содержится 0,40% углерода и менее 1,5% хрома.

Закалка стали 40Х проводится в масляной среде. Это позволяет существенно повысить качество поверхностного слоя структуры. Проводимая закалка 40Х проводится с последующим охлаждением заготовки. Для этого может применяться обычная воздушная или масляная среда. Масло позволяет существенно повысить качество получаемого изделия, в то время как на воздухе охлаждение происходит при больших размерах. Применение водной среды может привести к появлению окалины и других дефектов.

Термообработка стали 40Х проводится в зависимости от нагрузок, на которые рассчитаны изделия. Расчет проводится в зависимости от трех критических точек. Закалка проводится при температуре 860 градусов Цельсия. Показатель часового интервала составляет 4 часа. Отпуск на воздухе может проводиться при температуре 200 градусов Цельсия, при применении масляной ванны показатель повышается до 500 градусов Цельсия. В некоторых случаях проводится нормализация стали 40Х. При правильном проведении термической обработки твердость после закалки составляет около 217 НВ. При этом внутренние напряжения существенно снижаются, за счет чего существенно продлевается срок эксплуатации получаемого изделия. Обязательно проводится отпуск, который позволяет снизить внутренние напряжения. Отпуск проводится в масле или на воздухе.

Вывод: деталь «Вал -шестерня» достаточно технологична, имеет хорошие базовые поверхности для механической обработки, а также для контроля. Контроль поверхностей производится стандартным измерительным инструментом

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ технологичности детали

При отработке на технологичность конструкции изделия были проанализированы общие требования к технологичности конструкции [1].

1) Конструкция детали состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов.

2) Деталь изготавливается из стандартных и унифицированных заготовок – круглый прокат

3) Размеры детали имеют оптимальные параметры, но деталь не технологична по шероховатости поверхностей.

4) Физико-химические и механические свойства материала соответствуют требованиям технологии изготовления, хранения и транспортировки. Деталь средней жесткости т.к. имеет малую толщину стенок по диаметру.

5) Показатели базовой поверхности детали обеспечивают точность установки, обработки и контроля.

6) Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов для ее изготовления.

Цель обеспечения технологичности конструкции детали – повышение производительности труда и качества изделия при максимальном снижении затрат времени и средств на разработку, технологическую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Количественные показатели технологичности конструкции детали.

Определим коэффициент шероховатости $K_{ш}$, мкм по формуле:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ra_{cp}},$$

где Ra_{cp} – среднее численное значение параметра шероховатости, мкм, определяем по формуле:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum(m_j \cdot Ra_j)}{\sum m_j},$$

где j – величина параметра Ra , мкм;

m_j – число поверхностей, имеющих j -тую шероховатость.

$$Ra_{cp} = \frac{4 \cdot 1,6 + 4 \cdot 0,8}{8} = 1,2;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{1,2} = 0,83.$$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Вывод: по данному показателю деталь нетехнологична, т.к коэффициент шероховатости получился больше, чем предельное его значение $K_{ш} > 0,32$.

Определим коэффициент точности K_T поверхностей по формуле:

$$K_T = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}$$

где IT_{cp} – средняя точность изготовления детали, определяем по формуле:

$$IT_{cp} = \frac{\sum (n_i \cdot IT)_i}{\sum n_i}$$

где i – номер квалитета;

n_i – число размеров, выполняемых по i -тому квалитету.

$$IT_{cp} = \frac{4 \cdot 5 + 1 \cdot 7 + 2 \cdot 9}{7} = 6,42$$

$$K_m = \frac{1}{6,42} = 0,155$$

Вывод: по данному показателю деталь нетехнологична, т.к коэффициент точности получился больше, чем предельное его значение $K_T < 0,8$.

Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14; $\pm \frac{IT_{14}}{2}$

Вывод: из всех поверхностей детали, самыми ответственными являются поверхности под посадку подшипников.

2.2. Анализ действующего технологического процесса

2.2.1. Анализ документации действующего техпроцесса

Чертеж детали выполнен на одном листе формата А2. В ходе изучения чертежа (рисунок 2.1) существенных недостатков не было выявлено, чертеж выполнен по всем нормам ЕСКД, чертеж отображает всю полноту исполнения детали, все проекции выполнены в нужном порядке.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

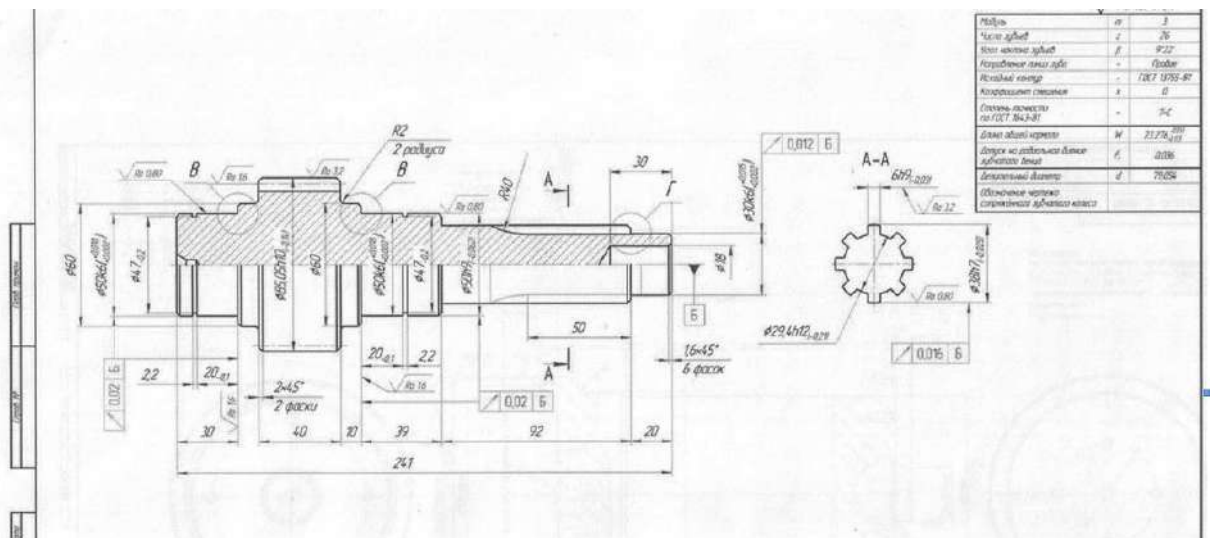


Рисунок 2.1—Чертеж детали

Вывод на чертеже достаточно видов, размеров, сечений, дающих полное представление о конструкции детали, а простановка размеров рациональна.

2.2.1.2 Анализ маршрутно-операционных карт

В картах(рисунок 2.2) указывается:

- 1) номер и название операции,
- 2) ссылка на эскиз ,
- 3) станок, приспособление ,
- 4) последовательность действий для рабочего , а также цеховое приспособления
- 5) машинное время

A Б	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код	Код	ЕН	Оп	Культ	Т пз	Т шт	СМ	Проф	Р
Наименование детали, сб. единицы или материала:						Обозначение код									
A 01	05			070	Програмная №3 (фрезерная черновая)	НОТ №100.141 для наладчика станков с ЧПУ									
Б 02					МСУ - 720										
О 04				1.	Установить, выверить и закрепить деталь в 3° кулачковый патрон.										
05				2.	Набрать инструмент по табл. на листе 37.										
07				3.	Провести наладку станка										
08				4.	Обработать деталь по программе №3, с предварительной разметкой баз										
09															
10						Тмаш: = 5 мин.									
12				5.	Открепить, снять деталь, уложить в тару.										
14					Приспособление цеховое:										
15					Костом х/б ГОСТ 27573-87; ботинки ГОСТ 26167-2005; очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013; головной убор										
16															
МК															

Рисунок 2.2 – Маршрутно-операционные карты базового станка техпроцесса

Вывод: Карты обладают недостаточной информацией по способу получения детали. Они позволяют определить только последовательность операций, но не порядок обработки и время их выполнения.

2.2.1.3 Анализ карты технического контроля

На картах технического контроля (рисунок 2.3) присутствуют контролируемые параметры и наименования средств измерения с соответствующими ГОСТами и объем контроля как исполнителем, так и отделом технического контроля. Недостатком является отсутствие времени на выполнение измерений.

А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
Б					Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	Конт.	ЕП	СН	Конт.	Т.ч.	Т.ч.	
К-М					Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение КЭД							СЭП	ЕП	СН	КР	Конт.
01																	
А 02	05			150	Контрольная												
Б 03					Стелл ОТК												
04																	
О 05					Исполн. - 100%, ОТК - 30%												
06																	
07					1. Проверить отсутствие заусенцев - визуально												
08																	
09					2. Проверить размеры:												
10					Вид спереди: 79h11; 25 [*] ; 1,5h11- 2 места; 19H12; 3±0,1;												
11					Вид сверху: 20 ^{+0,21} - 2 места; 3 ^{+0,1} -2 места; вид справа: 070±0,3; 076 ^{+0,2}												
12					Вид И-И: 076 [*] ; разрез М-М: 8 ^{+0,15} ; 3 места; 1,5 ^{+0,2} -3 места; 2,7±0,1; 3 ^{+0,11} ; 076 [*] ;												
13					Разрез Л-Л: 8 ^{+0,15} -3 места; 1,5 ^{+0,2} -3 места; Вид Д: 32- 2 места; 015 [*] ; 3- 2 места; 13 [*] ;												
14					Вид Г: 32- 2 места; Вид Е: 3 ^{+0,12} х9 ^{+0,15} х0,5- 12 пазов; Вид Т: 024 _{0,21}												
15					Вид Р: 06,6(техн.); 012,1(техн.); 014,5; 015,4(техн.); 017,9(техн.); 1,3(техн.); 4 _{0,03}												
16					Вид С: 011,6(техн.); 015H14; 018,6(техн.); 020,6(техн.); 024,4(техн.); 1,8(техн.); 2,3(техн.); 0,3(техн.); 3 ^{+0,1} - 2 места;												
МК																	21

Рисунок 2.3 – Фрагмент карт технического контроля

Вывод: карты технического контроля отражают достаточно полную информацию о проверке детали на правильность выдерживания размеров и технических требования, а также информацию о средствах измерения применяемых при проверке.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

2.2.2.1 Анализ применяемого оборудования

На заготовительной операции применяется станок PEGASUS (рисунок 2.4). Технические характеристики показаны в таблице 2.1



Рисунок 2.4 – Станок PEGASUS

Таблица 2.1 – Технические характеристики станка PEGASUS

Вес, кг	850
Габариты, м	1,4x2,1x1,6
Размер пилы, мм	4120x34x1,1
Скорость пилы, м/мин	120
Продолжение таблицы 3	
Потребляемая мощность, кВт	2,2
Мах диаметр заготовки	330
Охлаждение	есть

Ленточнопильный станок «PEGASUS» предназначен для резания заготовок, как из черных, так и из цветных металлов, различной формы и размеров. Данный станок состоит из пильной рамы, имеющей два шкива на которых закреплена ленточная пила. Тип ленточной пилы и шаг зубьев выбирается в соответствии с разрезаемым материалом. Тиски зажимают заготовку, которую необходимо

разрезать. Пильная рама поворачивается вдоль режущей плоскости для распила под определенным углом. Корпус станка состоит из станины. Перемещение движущейся части тисков и повороты пильной рамы вниз и вверх, а так же зажим и ослабление тисков осуществляется при помощи гидравлической системы, используя кнопки.

МСV –720 Вертикальный фрезерный станок колонного типа.(рисунок 2.5)

Данный вид станка оснащен направляющими качения, что обеспечивает высокие скорости быстрых перемещений и позволяет значительно сократить общее время обработки. Технические характеристики представлены в таблице 2.2



Рисунок 2.5 – МСV – 720 Вертикальный фрезерный станок(с приводным поворотным столом)

Таблица 2.2 Технические характеристики станка МСV – 720

Быстрое перемещение по оси X, м/мин	24
Быстрое перемещение по оси Y, м/мин	24
Быстрое перемещение по оси Z, м/мин	18
Количество позиций инструментального магазина, шт	16/24/30
Максимальная нагрузка на стол, кг	до 500
Максимальное перемещение по оси X, мм	до 720
Максимальное перемещение по оси Y, мм	до 460
Максимальное перемещение по оси Z, мм	до 510

Рабочий стол, длина, мм	950
Рабочий стол, ширина, мм	560
Система ЧПУ	Fanuc 0i-MD
Скорость вращения шпинделя, об/мин	8000/10000/12000/15000

У станка есть возможность установки наклонно–поворотных столов (4-5 ось) позволяет значительно расширить технологические возможности обработки. В данном техпроцессе эта опция была реализована.

Принимая во внимание метод получения детали, сложность обрабатываемых поверхностей, и материал, это время соответствует возможностям станка. Следует сказать, что габариты рабочей зоны станка очень велики относительно габаритного диаметра заготовки. Стол приблизительно в 6 раз больше. Из чего следует, что станок используется не в полную силу.

На операции зубофрезерная применяется станок HGH-180 в соответствии с рисунком 2.6



Рисунок 2.6 – Зубофрезерный станок сЧПУ HGH-180

Модель NGH-180 предназначена для высокоскоростного и высокоточного фрезерования зубчатых колес с прямыми, косыми, эвольвентными зубьями с модулем профиля зуба до 6 мм. Процесс зубофрезерования на станке NGH-180 в соответствии с рисунком 2.7

Рабочая зона

Радиальное направление (ось X)

Макс. диаметр обработки

180 мм

Расстояние между фрезой и заготовкой

25-215 мм

Максимальное перемещение

250 мм

Осевое направление (ось Z)

Поворот инструментальной головы (ось A) Угол поворота $\pm 45^\circ$

Продольное перемещение фрезы (ось V)

Максимальное перемещение

180 мм

Поворот фрезы (ось B) Максимальная длина фрезы

220 мм

Максимальная скорость вращения

2000 об/мин

Максимальный наружный диаметр

130 мм

Шпиндель заготовки (ось C)

Максимальная скорость вращения

300 об/мин

Система ЧПУ Siemens / Fanuc



Рисунок 2.7 – Процесс зубофрезерования на станке NGH-180

На станке обрабатывающий инструмент (червячные модульные фрезы) устанавливаются и работают по программе, выполняют черновое и чистовое фрезерование зубьев зубчатых колес с высокой точностью и чистотой поверхностей зубьев

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Операция зубошевенговальная выполняется на станке ВСН72-732СNC 2 в соответствии с рисунком 2.8



Рисунок 2.8– Зубошевенговальный станок ВСН72-732СNC 2

Поворотные направляющие стола обеспечивают возможность шевингования с продольной, диагональной и поперечной подачами изделия. Имеется возможность настройки для врезного шевингования.

На полуавтомате ВСН-732СNC2 реализованы синхронные электронные кинематические связи для получения бочкообразных и конусных зубьев вместо механических.

Технические характеристики станка ВСН72-732СNC 2 приведены в таблице 2.3

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Для повышения качества обработанных зубьев предусмотрена возможность работы с разгружающим отскоком перед окончанием выхаживания.

Для удобства обслуживания механизированы настройка на межосевое расстояние и зажим-разжим шеверной головки.

Станки оснащаются электрооборудованием фирмы SIEMENS.

Станок ВСН-732NC2 оснащен программируемым контроллером и панелью оператора.

Станок ВСН-732CNC2 оснащен устройством Sinumerik 802D.

Таблица 2.3 – Технические характеристики ВСН-732NC2 (CNC2)

Параметр	Значение
Наибольший диаметр обработки, мм	320
Наибольшая длина заготовки, мм:	500
Наибольшая ширина венца, мм	150
Модуль, мм	8
Наибольший номинальный делительный диаметр шевера, мм	250
Наибольшая ширина, мм	40
Посадочный диаметр шевера, мм	63,5
Наибольший угол поворота шеверной головки от среднего положения, град	30
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	150
Наибольшее поперечное перемещение стола, мм	25
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм	165
Расстояние между осями шпинделей инстр-та и изделия, мм	120...285
Наибольший угол поворота направляющих стола от среднего положения, град	-30...+90
Наибольшая величина перемещения копира от нулевого положения, мм	15
Наибольший угол поворота копира, град	45
Диапазон частоты вращения шпинделя инструмента, мин ⁻¹	56...360
Диапазон скоростей горизонтальных перемещений стола, мм/мин	15...300

Диапазон радиальных подач стола, мм	0,01...0,0 6
Наибольшее значение снимаемого припуска, мм	
- при обычном шевинговании	0,4
- при врезном	0,3
Диапазон величины разгружающего отскока, мм	0,01...0,0 4
Суммарная мощность, кВт	6,7
Габариты, мм	2200x17 50x2120
Масса полуавтомата, кг	4700

Для реализации «Круглошлифовальная» используется 3U10MS Полуавтомат круглошлифовальный (рисунок 2.9)



Рисунок 2.9 – Станок круглошлифовальный 3U10MS[4]

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Возможность внутренней шлифовки обеспечивается дополнительной комплектацией станка

- Пневмошпинделем А30/100 (40.000 – 90.000 об/мин.),
- Внутришлифовальной головкой GMN Paul Müller TSI 40cdx200c ременным приводом (до 40.000 об/мин.)
- Электрошпинделем PS-RG-84-P (50.000 – 80.000 об/мин.);

Обработка ведется продольным или врезным шлифованием с ручным управлением или механизированной (врезной или периодической) подачей шлифовального круга;

Наличие автоматизированного цикла шлифования с управлением от специального командоаппарата;

Бесступенчатое регулирование в широком диапазоне скоростей стола и подачи шлифовальной бабки, также частоты вращения бабки изделия и внутришлифовального шпинделя;

Простота обслуживания и наладки.

2.2.2.2 Анализ применяемого режущего инструмента

К стандартным инструментам применяемым в базовом технологическом процессе относятся:

На токарных операциях:

Резец: 2101-0005 ГОСТ 18870-73 – резец токарный проходной (рисунок 2.10)
Проходной упорный резец, предназначен для продольного обтачивания цилиндрических поверхностей заготовок.

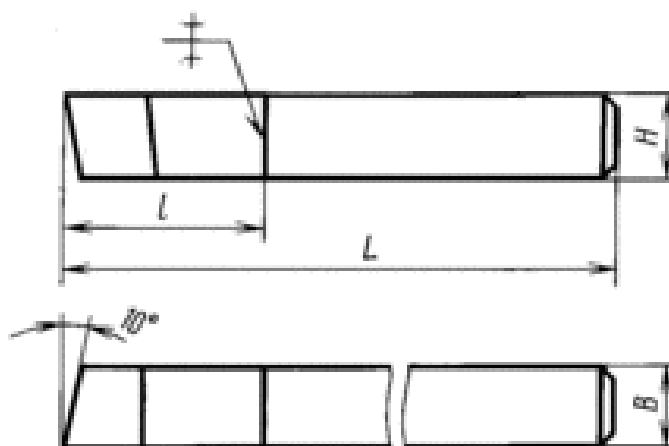


Рисунок 2.10 – Резец проходной упорный

2112-0031 ГОСТ 18871-73 – резец токарный торцевой(подрезной) .При подрезании торцов, буртиков и уступов, не стесненных центром станка, применяют подрезные(торцевые) резцы (рисунок 2.11).

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

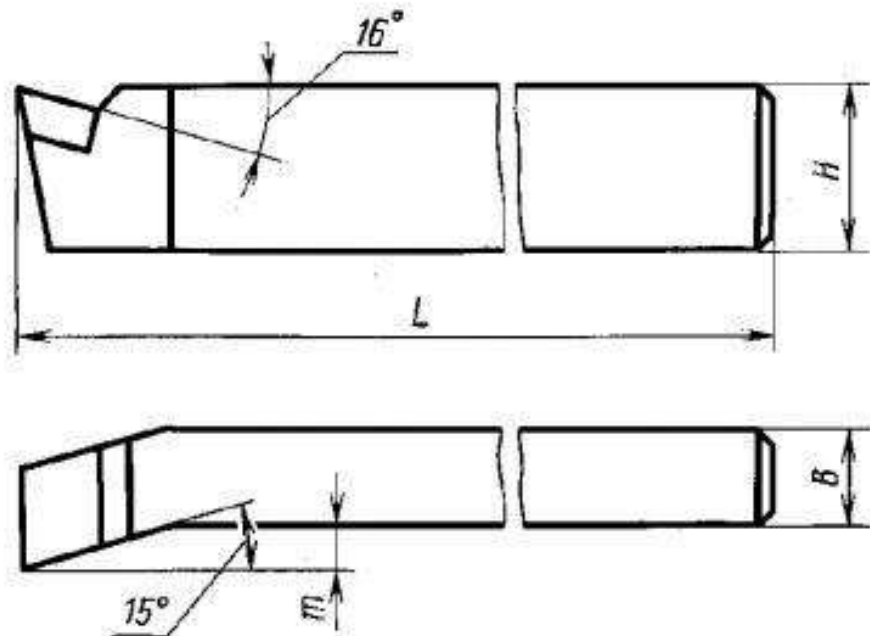


Рисунок 2.11 – Резец торцевой

2141-0202 ГОСТ 18883-73 – резец токарный расточной (рисунок 2.12). Их используют для обработки сквозных и глухих отверстий на токарной группе станков.

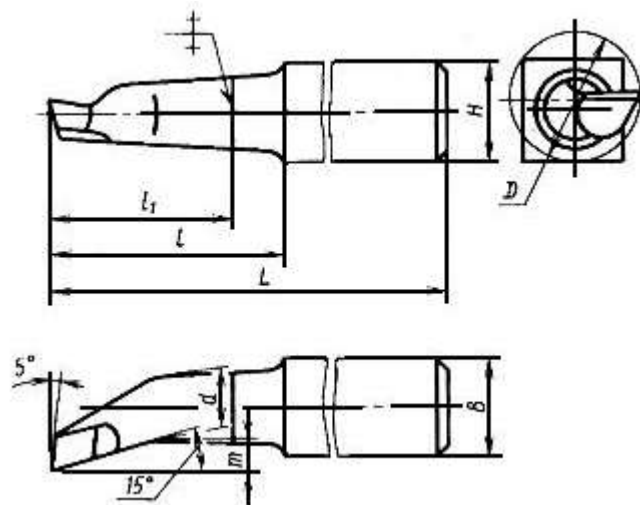


Рисунок 2.12 – Резец расточной

На фрезерных операциях применяются:

Фрезы: 2220-0001, 2220-0003, 2220-0007, 2220-0017 ГОСТ 17025-71 – фрезы концевые из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком (рисунок 2.13).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

25

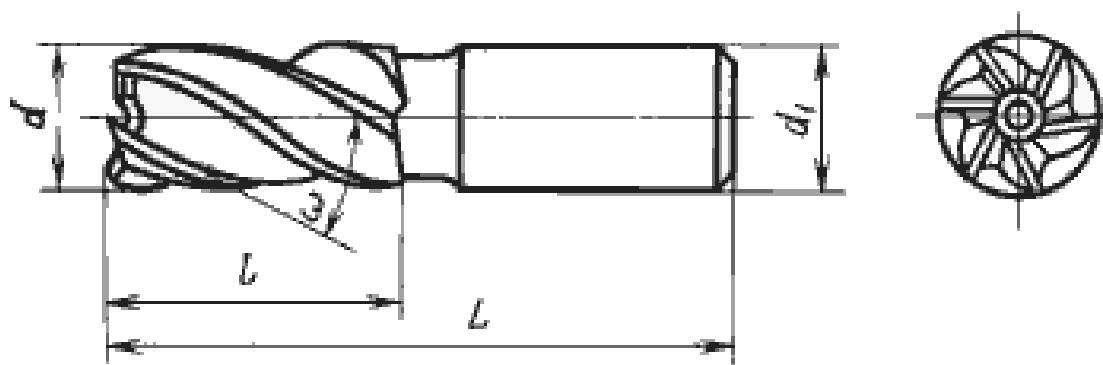


Рисунок 2.13 – Концевая фреза

Основным недостатком фрез является их цельная конструкция, что требует их постоянного затачивания и как следствие приобретение специального оборудования. Основной сферой применения концевых фрез является обработка уступов, контурных выемок, взаимно перпендикулярных поверхностей, а также пазов, имеющих значительную глубину.

Свёрло: 2317-0125 ГОСТ 14952-75 – сверло центровочное комбинированное из быстрорежущей стали (рисунок 2.14).

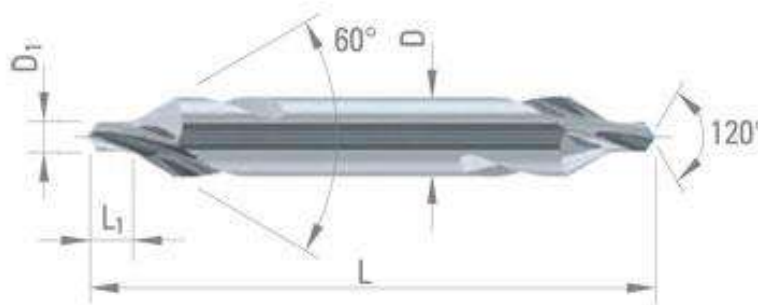


Рисунок 2.14 – Сверло центровочное

Центровочное сверло представляет собой очень короткое сверло с толстым хвостовиком. Диаметр хвостовика в 2.5...3 раза превышает диаметр рабочего кончика сверла. Такое сверло обладает очень высокой жёсткостью, что предотвращает его изгиб при начальном засверливании и позволяет приложить большие усилия подачи. В начальный момент засверливания образуется отверстие небольшого диаметра, которое затем расширяется режущими кромками конической части сверла.

2300-8101 ГОСТ 10902-77 – свёрла спиральные из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком (рисунок 2.15).

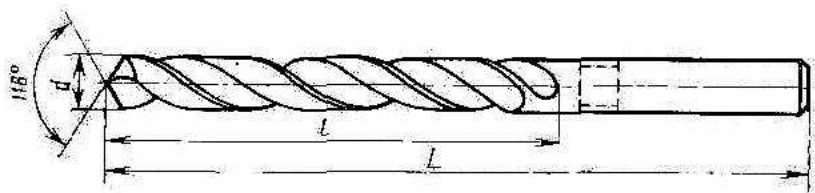


Рисунок 2.15 – Сверло спиральное

Спиральное сверло состоит из хвостовика; цилиндрической или конической формы, тела и головки или рабочей части. Рабочая часть сверла затачивается под определенным углом, называемым углом заточки у вершины.

На слесарных операциях применяется:

Напильник 2820-0001 ГОСТ 1465-80 (рисунок 2.16)

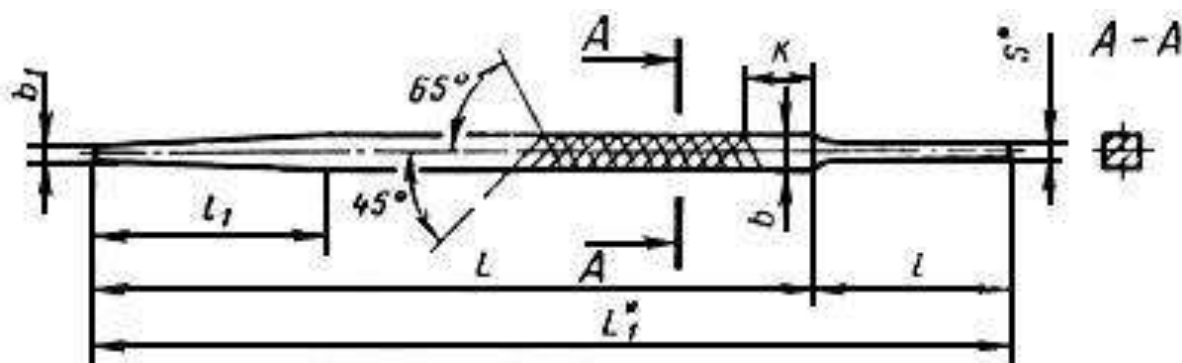


Рисунок 2.16–Напильник

Такой инструмент относится к разряду устаревшего. Недостатком является то что требуется регулярная заточка, в современном машиностроении большее применения находят инструменты с сменными многогранными пластинами (СМП), что позволяет сократить количество заточного оборудования, уменьшить расходы абразивных материалов, уменьшает трудоемкость изготовления инструмента, устранение пайки.

Вывод :весь инструмент изготовлен из быстрорежущей стали , при обработке сплава сталь 40Х этот материал является не приоритетным , более предпочтителен выбор режущей части из твердого сплава.

2.2.2.3 Анализ применяемой оснастки и приспособления

На первых трех черновых операциях(двух токарных и фрезерной), не считая заготовительной деталь устанавливается в трехкулачковый патрон (рисунок 2.17)



Рисунок 2.17 – Трехкулочковый патрон

Такое решение технолога является обоснованным в силу, того что приспособление является стандартным вариантом на применяемых операциях , где не требуется высокая степень базирования детали.

В следующих двух операциях (черновое фрезерование) деталь садится на два штифта расположенные диагонально и прижимается цеховым приспособлением (центральным блином и прижимами) На рисунке 2.18 проиллюстрирован стандартный прижим.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



Рисунок 2.18 –Прижим стандартный

Техническая оснастка в данном случае является устаревшей . В целях экономии времени и освобождения рабочего от физической нагрузки лучше применять приспособление основанное на пневмодвигателе.

2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса

По текущему технологическому процессу была построена размерная цепь.

Качество продукции в машиностроении определяется прежде всего качеством разработки технологических процессов. Для качественной разработки технологических процессов при использовании настроенного на размер оборудования необходимо проведение размерно-точностного анализа.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

В ходе проведения размерного анализа должны быть выявлены все размерно-точностные связи в технологическом процессе, начиная от размеров исходной заготовки до размеров готовой детали.

Размерный анализ выполняют в следующей последовательности:

а) преобразуем чертёж детали в проекции на ось OX в системе координат XOZ;

б) намечаем маршрут обработки детали по операциям;

в) вычерчиваем схемы размеров по оси OX;

д) записываем уравнения размерных цепей и производим их расчет.

Преобразованный чертёж детали показан в проекции на ось OX – в соответствии с рисунком 2.19, в системе координат XOZ.

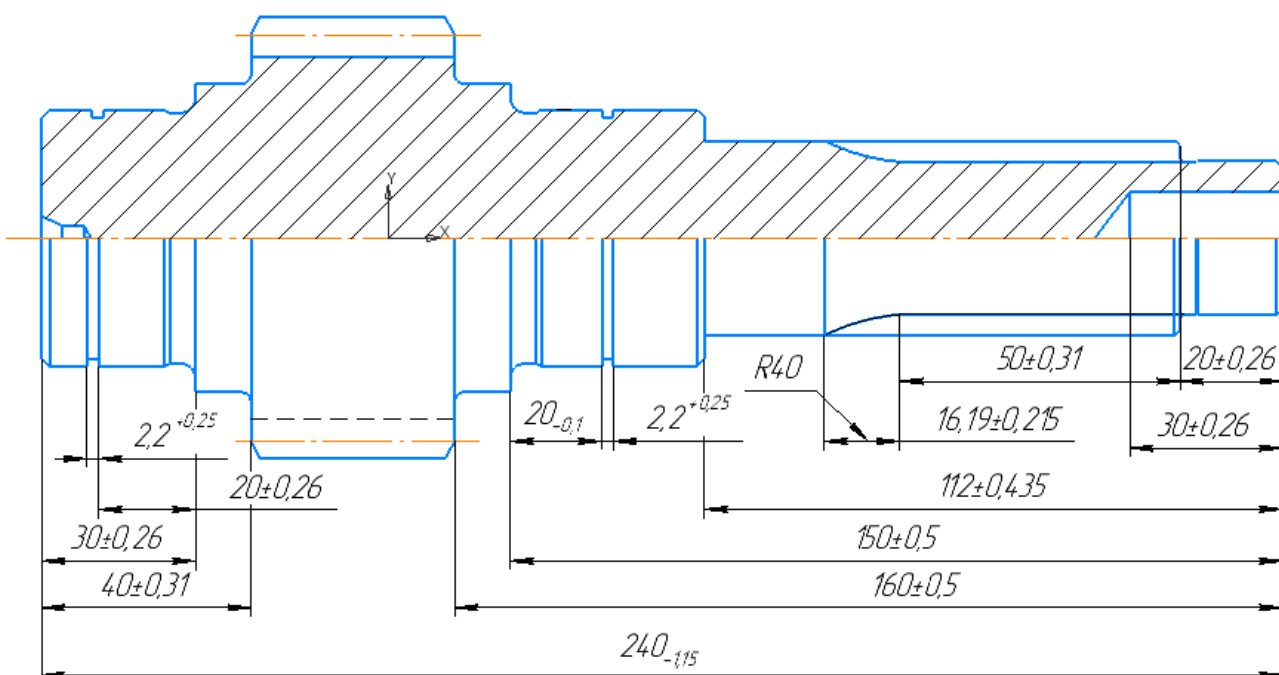
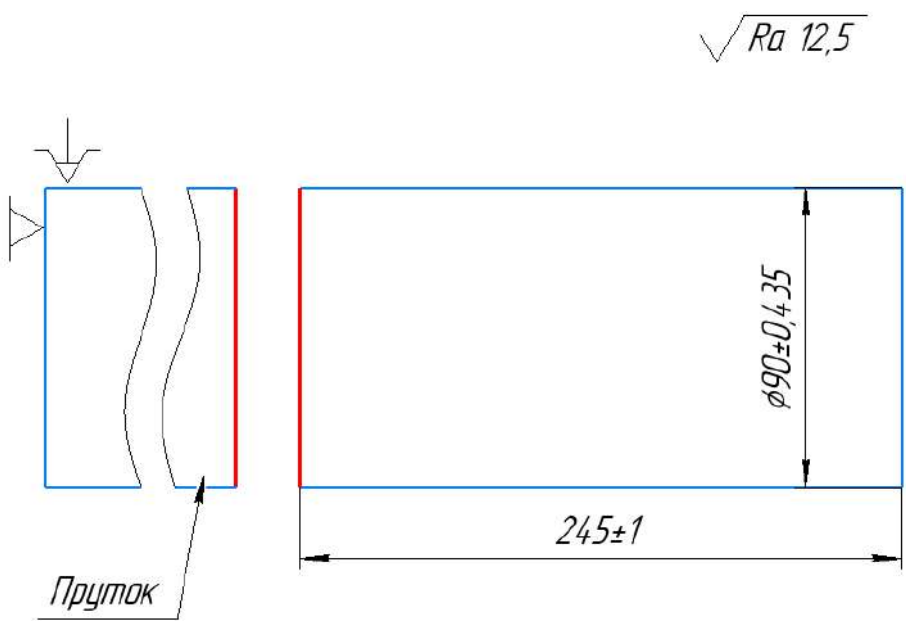
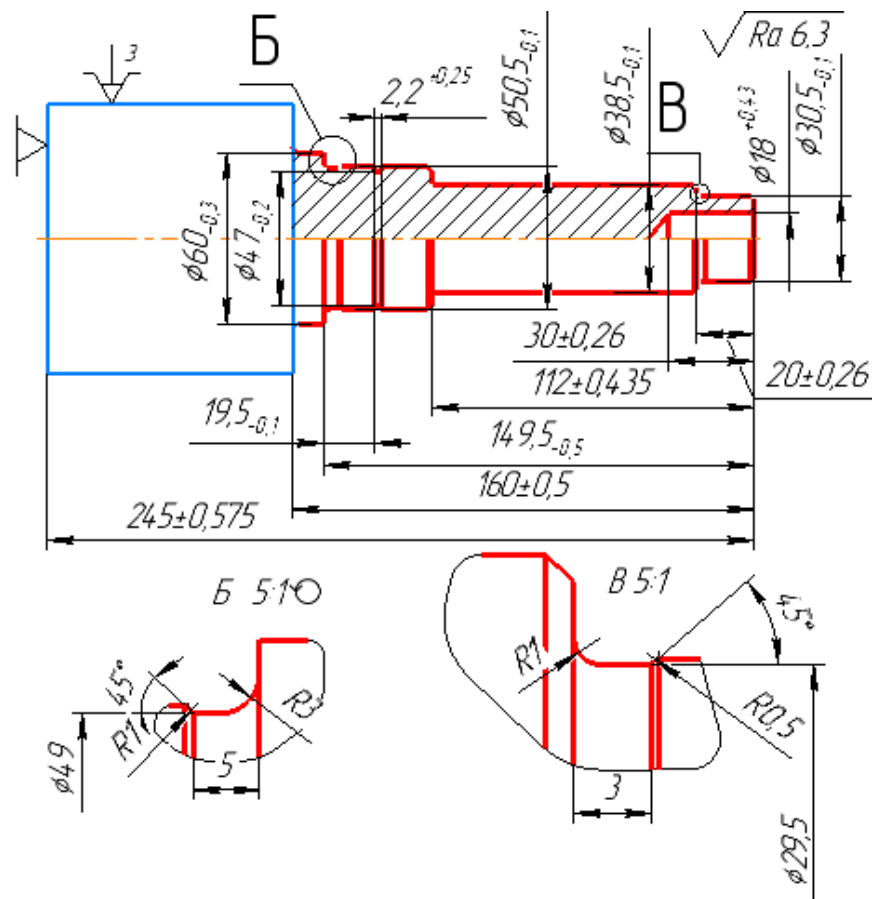


Рисунок 2.19 - Преобразованный чертёж на ось OX

Технологический маршрут изготовления детали «Вал-шестерня» представлен в таблице 2.4.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Таблица 2.4 – Маршрут обработки детали

Опера ция	Эскиз
1	2
000 Заготовительная	
005 Токарная с ЧПУ МАЯК-600 Установ А	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

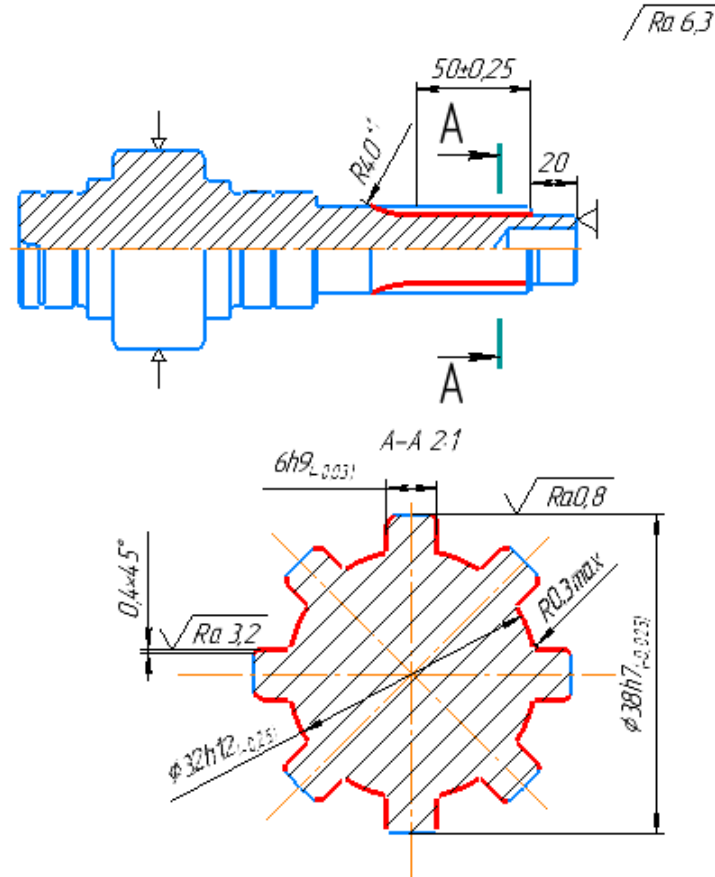
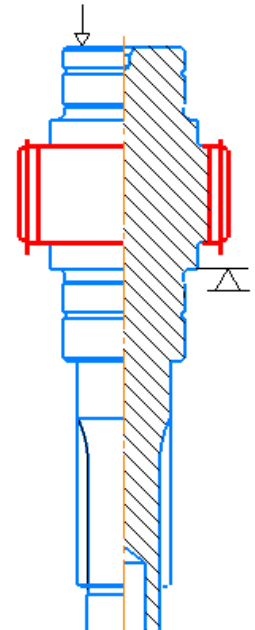
Лист

31

Продолжение таблицы 2.4

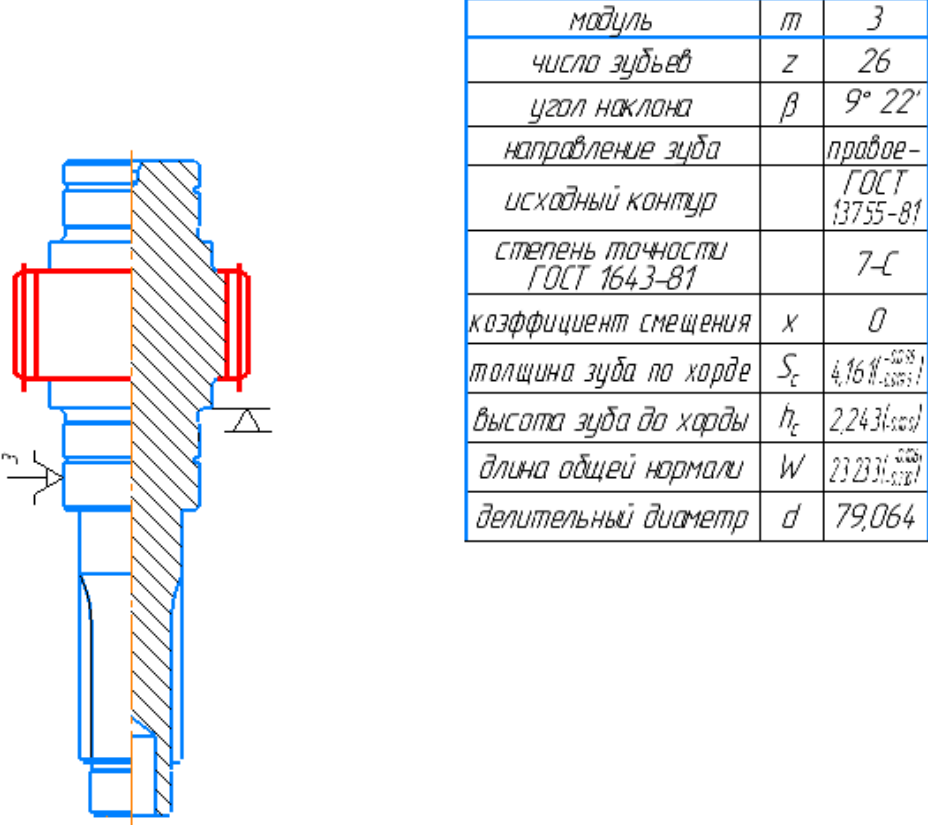
Операция	Эскиз
<p>1</p> <p>005 Токарная с ЧПУ МАЯК-600 Установ Б</p>	<p>2</p>
<p>010 Круглошлифовальная Станок 3U10MS</p>	

Продолжение таблицы 2.4

Операц ия	Эскиз																																	
1	2																																	
<p>020 Горизонтально-фрезерная МСV-720</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> <p style="text-align: center;">A-A 21</p> <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 0,8}$</p> <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 1,6}$</p> <table border="1" data-bbox="989 1433 1420 1926"> <tr> <td>модуль</td> <td><i>m</i></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>число зубьев</td> <td><i>z</i></td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>угол наклона</td> <td>β</td> <td>9° 22'</td> </tr> <tr> <td>направление зуба</td> <td></td> <td>правое-</td> </tr> <tr> <td>исходный контур</td> <td></td> <td>ГОСТ 3755-81</td> </tr> <tr> <td>степень точности ГОСТ 1643-81</td> <td></td> <td>7-С</td> </tr> <tr> <td>коэффициент смещения</td> <td><i>x</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>толщина зуба по хорде</td> <td>S_c</td> <td>4,16 $\left(\frac{0.025}{0.005}\right)$</td> </tr> <tr> <td>высота зуба до хорды</td> <td>h_c</td> <td>2,243 $\left(\frac{0.025}{0.011}\right)$</td> </tr> <tr> <td>длина общей нормали</td> <td><i>W</i></td> <td>23,233 $\left(\frac{0.025}{0.002}\right)$</td> </tr> <tr> <td>делительный диаметр</td> <td><i>d</i></td> <td>79,064</td> </tr> </table>	модуль	<i>m</i>	3	число зубьев	<i>z</i>	26	угол наклона	β	9° 22'	направление зуба		правое-	исходный контур		ГОСТ 3755-81	степень точности ГОСТ 1643-81		7-С	коэффициент смещения	<i>x</i>	0	толщина зуба по хорде	S_c	4,16 $\left(\frac{0.025}{0.005}\right)$	высота зуба до хорды	h_c	2,243 $\left(\frac{0.025}{0.011}\right)$	длина общей нормали	<i>W</i>	23,233 $\left(\frac{0.025}{0.002}\right)$	делительный диаметр	<i>d</i>	79,064
модуль	<i>m</i>	3																																
число зубьев	<i>z</i>	26																																
угол наклона	β	9° 22'																																
направление зуба		правое-																																
исходный контур		ГОСТ 3755-81																																
степень точности ГОСТ 1643-81		7-С																																
коэффициент смещения	<i>x</i>	0																																
толщина зуба по хорде	S_c	4,16 $\left(\frac{0.025}{0.005}\right)$																																
высота зуба до хорды	h_c	2,243 $\left(\frac{0.025}{0.011}\right)$																																
длина общей нормали	<i>W</i>	23,233 $\left(\frac{0.025}{0.002}\right)$																																
делительный диаметр	<i>d</i>	79,064																																
<p>025 Зубофрезерная Станок Зубофрезерный НГН-180</p>																																		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Операц ия	Эскиз																																	
1	2																																	
030 Зубошевинговальная Зубошевинговальный 2-732CNC	 <table border="1" data-bbox="922 443 1391 981"> <tbody> <tr> <td><i>модуль</i></td> <td><i>m</i></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td><i>число зубьев</i></td> <td><i>z</i></td> <td>26</td> </tr> <tr> <td><i>угол наклона</i></td> <td><i>β</i></td> <td>9° 22'</td> </tr> <tr> <td><i>направление зуба</i></td> <td></td> <td>правое-</td> </tr> <tr> <td><i>исходный контур</i></td> <td></td> <td>ГОСТ 13755-81</td> </tr> <tr> <td><i>степень точности ГОСТ 1643-81</i></td> <td></td> <td>7-С</td> </tr> <tr> <td><i>коэффициент смещения</i></td> <td><i>x</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>толщина зуба по хорде</i></td> <td><i>S_c</i></td> <td>4,16 ^{±0,025}/_{-0,025}</td> </tr> <tr> <td><i>высота зуба до хорды</i></td> <td><i>h_c</i></td> <td>2,243 ^{±0,005}/_{-0,005}</td> </tr> <tr> <td><i>длина общей нормали</i></td> <td><i>W</i></td> <td>23,231 ^{±0,005}/_{-0,005}</td> </tr> <tr> <td><i>делительный диаметр</i></td> <td><i>d</i></td> <td>79,064</td> </tr> </tbody> </table>	<i>модуль</i>	<i>m</i>	3	<i>число зубьев</i>	<i>z</i>	26	<i>угол наклона</i>	<i>β</i>	9° 22'	<i>направление зуба</i>		правое-	<i>исходный контур</i>		ГОСТ 13755-81	<i>степень точности ГОСТ 1643-81</i>		7-С	<i>коэффициент смещения</i>	<i>x</i>	0	<i>толщина зуба по хорде</i>	<i>S_c</i>	4,16 ^{±0,025} / _{-0,025}	<i>высота зуба до хорды</i>	<i>h_c</i>	2,243 ^{±0,005} / _{-0,005}	<i>длина общей нормали</i>	<i>W</i>	23,231 ^{±0,005} / _{-0,005}	<i>делительный диаметр</i>	<i>d</i>	79,064
<i>модуль</i>	<i>m</i>	3																																
<i>число зубьев</i>	<i>z</i>	26																																
<i>угол наклона</i>	<i>β</i>	9° 22'																																
<i>направление зуба</i>		правое-																																
<i>исходный контур</i>		ГОСТ 13755-81																																
<i>степень точности ГОСТ 1643-81</i>		7-С																																
<i>коэффициент смещения</i>	<i>x</i>	0																																
<i>толщина зуба по хорде</i>	<i>S_c</i>	4,16 ^{±0,025} / _{-0,025}																																
<i>высота зуба до хорды</i>	<i>h_c</i>	2,243 ^{±0,005} / _{-0,005}																																
<i>длина общей нормали</i>	<i>W</i>	23,231 ^{±0,005} / _{-0,005}																																
<i>делительный диаметр</i>	<i>d</i>	79,064																																

По базовом технологическому процессу была построена размерная схема в соответствии с рисунком 2.20.

Размерная цепь является основой для проведения размерно-точностного анализа технологического процесс, зачастую на производстве пренебрегают данным расчетом, что в последствии грозит экономическими затратами на лишний материал и инструмент.

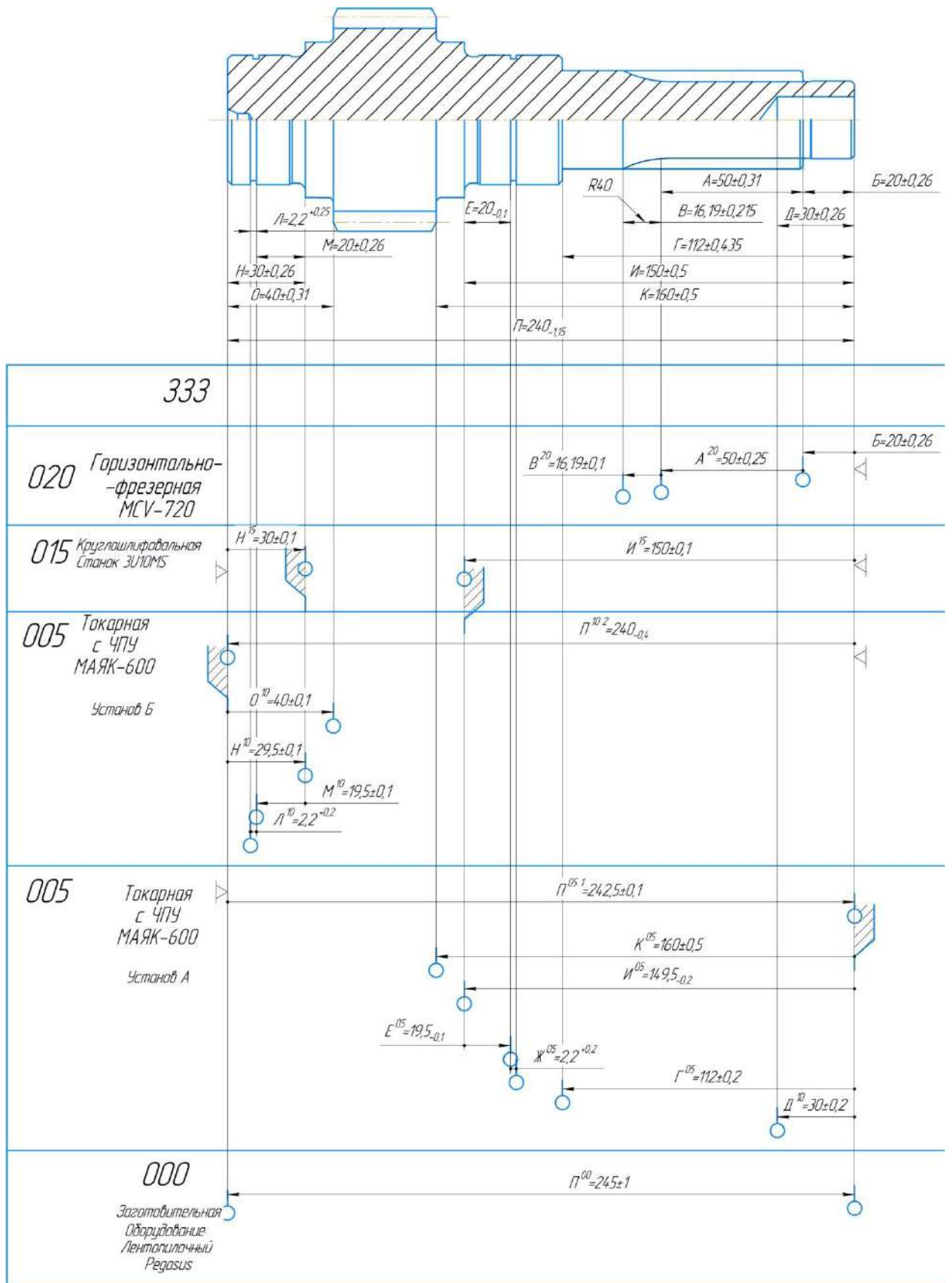


Рисунок 2.20 – Размерная схема базового техпроцесса

Из построения расчетной цепи видно, что не все чертежные размеры непосредственно выдерживаются в техпроцессе.

$$\Delta = \sum y_B - \sum y_M \quad (2,1)$$

$$Z_{min}^T = R_{z_{i-1}} + D_{f_{i-1}} \quad (2.2)$$

Для анализа припусков необходимо рассчитать их фактические значения (значения применяются по худшему варианту, то есть к номиналу прибавляется нижнее отклонение), припуски рассчитываются по формуле 9,1; минимальный теоретический припуск рассчитывается по формуле 9,2:

$$Z_1^\Phi = \Pi^{00} - \Pi^{05\ 1y} = 245 - 242,5 = 2,5 \text{ мм}$$

$$Z_2^\Phi = \Pi^{05\ 1y} - \Pi^{05\ 2y} = 242,5 - 240 = 2,5 \text{ мм}$$

$$Z_3^\Phi = H^{15} - H^{05} = 30 - 29,5 = 0,5 \text{ мм}$$

$$Z_4^\Phi = H^{15} - H^{05} = 150 - 149,5 = 0,5 \text{ мм}$$

Так как все припуски появляются на одной операции, следовательно теоретические значения будут одинаковы:

$$Z_{1min}^T = Z_{2min}^T = 0,16 + 0,15 = 0,31 \text{ мм}$$

$$Z_{3min}^T = Z_{4min}^T = 0,05 + 0,06 = 0,11 \text{ мм}$$

Для сравнения припусков фактического и теоретического значения приведена таблица 2.5

Таблица 2.5 – Значение припусков

№	Фактическое значение припусков Z^Φ , мм	Теоретическое значение припусков Z_{min}^T , мм
1	2,5	0,31
2	2,5	0,31
3	0,5	0,11
4	0,5	0,11

Вывод: Из таблицы 2.5 видно, что фактическое значение четырех припусков припуска завышенны, что является существенным недостатком технологического процесса.

2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного варианта техпроцесса

Проанализировав действующий техпроцесс, был выявлен ряд ошибок технолога:

При выборе проката как метода получения заготовки 60% материала расходуется в стружку, следовательно в проектном техпроцессе заготовка будет выполняться методом приближенным к форме готовой детали.

Деталь обрабатывается на нескольких станках с достаточным количеством установов, многие станки имеют большое рабочее пространство, следовательно они работают не во всю силу. Для экономии времени и количества станков, следует применять обрабатывающий с центр, применяя фрезерную и токарную обработку на одном оборудовании, кроме того при применении, высокотехнологичного и точного оборудования можно отказаться от использования шлифовальных операции.

В целях экономии времени и освобождения рабочего от физической нагрузки следует применять приспособление основанное на пневмодвигателе.

При обработке наиболее предпочтителен инструмент с режущей частью из твердого сплава. Предлагается использование инструмента с СМП, что позволит сократить количество заточного оборудования и трудоёмкость на изготовление инструмента.

Необходимо устранить как завышенные припуски, для уменьшения материалоёмкости.

Для обработки детали по новому технологическому процессу требуется проектирование специального приспособления.

2.3. Разработка проектного технологического процесса

2.3.1. Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

Методом производства заготовки выбирается поковка повышенной точности . Поковка имеет ряд преимуществ: заготовка без напусков, допуски на размеры в несколько раз меньше, а следовательно уменьшается расход материала, производительность выше, но при всем этом выпускаемая партия заготовок должна быть достаточно большая, так как у этого метода стоимость выше.

Технологичность конструкции направлена на повышение производительности труда, снижения затрат, сокращения времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества.

Деталь изготавливается из стали 40Х (ГОСТ 4513-71), данная марка материала не обладает хорошими литейными свойствами (жидкотекучестью, низкой объемной и линейной усадкой и т.д.), также она не является порошком.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Следовательно, методом получения данной заготовки является обработка материала давлением.

Способы получения заготовок обработкой материала давлением разнообразны (молоты, ГКМ, КГШП, ГША). В данном случае наиболее оптимальным способом получения заготовки является получение заготовки горячей объемной штамповкой на молотах.

Особенностями ГОШ на молотах являются ударный характер деформирующего воздействия и возможность регулирования хода подвижных частей и величины удара при одновременном кантовании заготовки, что позволяет более эффективно производить перераспределение металла. Верхняя часть штампа заполняется лучше. Части штампа при штамповке на молоте должны смыкаться.

На молотах поковки изготавливаются с классом точности: Т5. Это обусловлено возможностью смещения частей штампа, отсутствием направляющих в конструкции штампа, ударным характером деформирования.

Допускаемые отклонения от номинальных размеров поковки соответствуют припускам, являются увеличенными.

Ввиду ударного характера работы молота в конструкции штампа нельзя использовать выталкиватели, поэтому для извлечения поковки из ручья штампа на вертикальных поверхностях поковок оформляются значительные штамповочные уклоны: наружные – до 7° , внутренние – до 10° . Радиусы закругления назначаются для облегчения течения металла, повышения стойкости штампа, обеспечения расположения волокон.

Расчет припусков на механическую обработку табличным методом

1. Определение класса размерной точности поковки.

Класс точности поковки определяется по табл. 9 из [5] в зависимости от применяемого деформирующего оборудования. При определении класса точности поковки необходимо учитывать способ нагрева исходной заготовки – пламенный нагрев.

По табл. 9 выбираем класс размерной точности поковки – Т5.

2. Определение группы материала.

Определение группы материала производится в зависимости от процентного содержания углерода и легирующих элементов. Сталь 40Х относится к группе М2.

3. Определение степени сложности поковки.

Определяется степень сложности поковки по соотношению массы (объема) поковки $m_{дет} (V_{дет})$ к массе (объему) геометрической фигуры $m_{ф} (V_{ф})$ в которую вписывается форма поковки (цилиндр ступенчатый).

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$$V_{дет} = \sum \frac{1}{4} \pi d^2 h = 3,14 \cdot 50^2 \cdot 30 + 2 \cdot 3,14 \cdot 60^2 \cdot 10 + 3,14 \cdot 85^2 \cdot 40 + 3,14 \cdot 50^2 \cdot 40 + 3,14 \cdot 33^2 \cdot 90 + 3,14 \cdot 35^2 \cdot 20 = 235500 + 226080 + 907460 + 314000 + 353878 + 56520 = 1890098 \text{ мм}^3 = \frac{1}{4} 0,00189 \text{ м}^3 = 0,00047 \text{ м}^3$$

$$V_{ф} = \sum \frac{1}{4} \pi d^2 h = 3,14 \cdot 55^2 \cdot 30 + 2 \cdot 3,14 \cdot 65^2 \cdot 10 + 3,14 \cdot 90^2 \cdot 40 + 3,14 \cdot 55^2 \cdot 40 + 3,14 \cdot 43^2 \cdot 90 + 3,14 \cdot 35^2 \cdot 20 = 303932 + 265330 + 1068228 + 379940 + 522527 + 84623 = 2564600 \text{ мм}^3 = \frac{1}{4} 0,00256 \text{ м}^3 = 0,00064 \text{ м}^3$$

КИМ- коэффициент использования материала

$$КИМ = \frac{V_{дет}}{V_{ф}} = \frac{0,00047}{0,00064} = 0,735$$

Степень сложности поковки – С2.

4. Определение расчетной массы поковки.

Масса детали

$$M_{дет} = V_{дет} \cdot \rho = 0,00047 \cdot 7850 = 3,7 \text{ кг}$$

Расчетная масса поковки:

$$M_{ф} = V_{ф} \cdot \rho = 0,00064 \cdot 7850 = 5,05 \text{ кг}$$

5. Определение исходного индекса поковки.

Исходный индекс определяется по табл. 11 из [5] в зависимости от массы, группы материала, степени сложности и класса точности поковки.

По табл. 11 принимаем исходный индекс поковки – 16.

6. Определение общего припуска на обработку.

Для поковок:

$$Z_{\sigma} = Z_{осн} + Z_{дет}, \text{ где}$$

$Z_{осн}$ – основной припуск, определяемый по табл. 12 из [5] в зависимости от исходного индекса, номинального размера и шероховатости поверхности детали.

Диаметральные размеры:

· для размеров 50мм, 60мм, 85мм, 38мм, 30мм основной припуск на сторону $Z_{осн} = 2,5 \text{ мм}$;

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Линейные размеры:

Для размеров 30мм, 40мм, 152мм, 112мм 17мм, 20мм, 38мм основной припуск на сторону $Z_{оск} = 2,3мм$;

$Z_{дон}$ – дополнительный припуск, учитывающий пространственные погрешности поковки (сдвиг штампов, изогнутость) и отклонения формы поковки (отклонения от плоскостности и прямолинейности), определяется по табл. 13 и 14 из [5] в зависимости от класса точности поковки и конфигурации поверхности разъема штампа.

Дополнительный припуск на смещение по поверхности разъема штампа – 0,4мм на сторону.

Маршрут обработки детали составлен таким образом, чтобы позволить обеспечить выполнение требований по точности и качеству поверхности, заданных чертежом детали.

Деталь в основном не требует точной обработки, максимальный квалитет обработки IT6, максимальный параметр шероховатости поверхности Ra= 6,3 мкм.

С точки зрения качественного анализа, конструкция детали частично технологична.

При выборе метода получения заготовки учитываются следующие факторы: конструкция детали, материал детали, тип производства, вид продукции.

Выбор исходной заготовки

Основными факторами, влияющими на выбор вида исходной заготовки, являются

- технологические свойства материала детали (литейные свойства, пластичность, свариваемость и т.п.);
- конструктивные формы и размеры детали;
- тип производства;
- производственные возможности заготовительных цехов (наличие оборудования, оснастки);
- требования безопасности жизнедеятельности и экологии.

При высокоскоростной штамповке скорость деформирующего инструмента достигнет десятков метров в секунду (на обычных штамповочных молотах до

2.4 Разработка маршрута проектного техпроцесса

Выбор баз происходит исходя из чертежа детали. Основная конструкторская база является ось детали, отклонения формы задаются относительно этой базы. Основная операция данного технологического процесса является 005 Комплексная с ЧПУ.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

На установке А первоэтапно обрабатывается торец и центровое отверстие, вся последующая обработка на данном установе производится с поджатием вращающегося центра, для следующего установка Б, базой будет являться ось детали а также ф50 кб. На установке Б деталь будет зажата в центрах и поджиматься за внешний ф 50 кб. Достигаться это будет при помощи специального компенсирующего прижимного патрона бренда SMW AUTOBLOK(см рисунок 2.21) из технологического процесса обработки детали. Техпроцесс включает в себя следующие операции:

TSF-CP компенсирующий плавающие кулачки	TSR-CP компенсирующий неподвижные кулачки	Компенсирующие прижимные патроны <ul style="list-style-type: none"> ■ активный прижим ■ пазовое соединение ■ 3 кулачка ■ proofline® патрон = герметичен - редкий ремонт
		Применение/преимущество для покупателя <ul style="list-style-type: none"> ■ зажим валов или других обрабатываемых в патроне деталей где базой является не внешний диаметр, а центр или центрирующий диаметр ■ центр или центрирующая вставка определяют центр детали, кулачки осуществляют компенсирующий (выравнивающий) предварительный зажим и дальнейший прижим в найденной позиции <p>TSF-CP: выравнивающий зажим с активным прижимом и плавающими кулачками TSR-CP: выравнивающий зажим с активным прижимом и неподвижными кулачками</p> Технические характеристики <ul style="list-style-type: none"> ■ активный прижим ■ выравнивающий зажим ■ компенсация центробежной силы ■ центральное отверстие для СОЖ и/или воздуха ■ основные кулачки с пазовым соединением ■ непрерывная срезка ■ proofline® патрон = герметичен - редкий ремонт <p>Стандартный набор 3-х кулачковый патрон крепежные болты и шприц для смазки</p> <p>Пример заказа TSF-CP 210/A6 или TSR-CP-315/Z220</p>



Рисунок 2.21 – компенсирующий прижимной патрон бренда SMW AUTOBLOK

Маршрутный технологический процесс разработан на основные операции представлен в таблице 2.5

										15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Ист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							41

Таблица 2.5 – Маршрутная технология проектного технологического процесса изготовления детали «Вал- шестерня»:

Номер операции	Наименование операции	Оборудование
000	Заготовительная	ГКМ
005	Термическая	Печь VAN-334(
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Токарно-фрезерный с ЧПУ HYPERTURN 65
015	Зубофрезерная	Зубофрезерный HGH-180
020	Зубошесвинговальная	Зубошесвинговальный 2-732CNC
025	Моечная	Моечная машина МПП-250
030	Контрольная	Приспособление контрольное

2.4.1 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Для реализации 010 Комплексна на ОЦ с ЧПУ (рисунок 2.22)

Токарный станок с ЧПУ. HYPERTURN 65.

Токарный станок с ЧПУ. HYPERTURN 65.

Токарные станки с ЧПУ с наклонной станиной многофункциональны, обладают высокой точностью и скоростью обработки. Предназначены для изготовления высокоточных и сложных деталей на предприятиях различных отраслей промышленности с применением современных инструментов. Наклонная станина обеспечивает свободный сход стружки и удобный доступ к обрабатываемой детали. Конструкция станины изготовлена по современной технологии с наклоном 60 или 45 градусов в зависимости от модели станка, что способствует сокращению времени простоя оборудования. Наклонная станина занимает меньшую площадь, что позволяет легко убирать стружку и очищать станок. В стандартном варианте установлена 8-ми позиционная револьверная головка, система ЧПУ FANUC 0i-Mate, сервоприводы FANUC, двигатель шпинделя с частотным преобразователем, гидравлический патрон. Пиноль задней бабки с гидравлическим приводом. Она легко передвигается и фиксируется.



Рисунок 2.22 – Токарный станок с ЧПУ HYPERTURN 65

1. Система ЧПУ Fanuc (Япония) или Siemens (Германия);
2. Направляющие качения по осям X, Y, Z Boschrexroth (Германия);
3. Шпиндель с частотой вращения 2500, 4000, 5000, 7000 об/мин Siemens (Германия);
4. 3-х кулачковый патрон ROHM (Германия);
5. Револьверная головка SAUTER (Германия);
6. Конвейер удаления стружки;
7. Защита направляющих;
8. Система охлаждения;
9. Освещение;
10. Система автоматической смазки;
- 11.Трехцветная сигнальная лампа;
- 12.Кабинетная защита зоны обработки;
- 13.Пистолет для смыва стружки;
- 14.Пистолет подачи воздуха;
- 15.USB-интерфейс.

Дополнительная комплектация:

1. Оптические линейки Heidenhain (Германия);
2. Закрытая зона обработки для применения масляного тумана;
3. Система измерения вылета инструмента;
4. Приводной инструмент 12 позиций;
5. Исполнение с двумя револьверными головами;

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

- 6.Исполнение с фрезерным шпинделем и осью В;
- 7.Ось С;
- 8.Ось Y;
- 9.Противошпиндель.

Характеристики

Модель	HYPERTURN 65	
Расстояние между центрами, мм		1000/1300
Диаметр вращения над станиной, мм		Ø500
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм		Ø65 (76, 95)
Перемещение по осям X/X2/X3, мм		260, 210, -340
Перемещение по осям Z/Z2/Z3, мм		510, 510, -460
Перемещение по оси Y2/Y1, мм		100/220
Скорость установочных перемещений	по осям X/Z/Y, м/мин	30/30/12
Частота вращения главного шпинделя, об/мин		0–5000
Мощность шпинделя, кВт		29
Макс. крутящий момент на шпинделе, Нм		250
Частота вращения противошпинделя, об/мин		0-5000
Мощность противошпинделя, кВт		29
Макс. крутящий момент на противошпинделе, Нм		250
Револьверная головка (приводных 2 x 12)		2 x 12 поз.
Частота вращения приводного инструмента, об/мин		0–5000
Мощность приводного инструмента, кВт		6,7
Макс. крутящий момент, Нм		25
Частота вращения фрезерного шпинделя, об/мин		7000
Мощность фрезерного шпинделя, кВт	-	21,5
Макс. крутящий фрезерного шпинделя, Нм -		128
Поворот фрезерного шпинделя, град.	-	210
Масса (кг)		4 200
Длина x Ширина x Высота (мм)		5060 x 2850 x 2360

Для реализации 005 Термическая используется Печь VAN-334(рисунок 2.23)

Печи предназначены для отжига и нормализации изделий из инструментальных, штамповых, быстрорежущих, высокопрочных и нержавеющей сталей, магнитных материалов, цветных сплавов и т.д. Скорость охлаждения регулируется давлением инертного/нейтрального газа. Технические характеристики приведены в таблице 2.6.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44



Рисунок 2.23 – Печь VAN-334

Таблица 2.6 – Технические характеристики Печь VAN-334

Вес садки, кг	75
Давление газа охлаждения, бар	2
Количество рабочих камер	1
Мощность нагрева, кВт	48
Однородность температуры, °С	±5
Предельный вакуум, мбар	$5 \times 10^{-2} / 5 \times 10^{-5}$
Рабочая / Максимальная температура, °С	1350
Рабочий газ	Ar/N
Размеры рабочей камеры (ШхВхГ), мм	300x300x400
Скорость натекания, Па/час	0,67

На операции зубофрезерная применяется станок HGH-180 в соответствии с рисунком 2.24



Рисунок 2.24 – Зубофрезерный станок с ЧПУ HGH-180

Модель HGH-180 предназначена для высокоскоростного и высокоточного фрезерования зубчатых колес с прямыми, косыми, эвольвентными зубьями с модулем профиля зуба до 6 мм. Процесс зубофрезерования на станке HGH-180 в соответствии с рисунком 2.25

Рабочая зона

Радиальное направление (ось X)

Макс. диаметр обработки

180 мм

Расстояние между фрезой и заготовкой

25-215 мм

Максимальное перемещение

250 мм

Осевое направление (ось Z)

Поворот инструментальной головы (ось A) Угол поворота

$\pm 45^\circ$

Продольное перемещение фрезы (ось V)

Максимальное перемещение

180 мм

Поворот фрезы (ось B) Максимальная длина фрезы

220 мм

Максимальная скорость вращения

2000 об/мин

Максимальный наружный диаметр

130 мм

Шпиндель заготовки (ось C)

Максимальная скорость вращения

300 об/мин

						15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			46

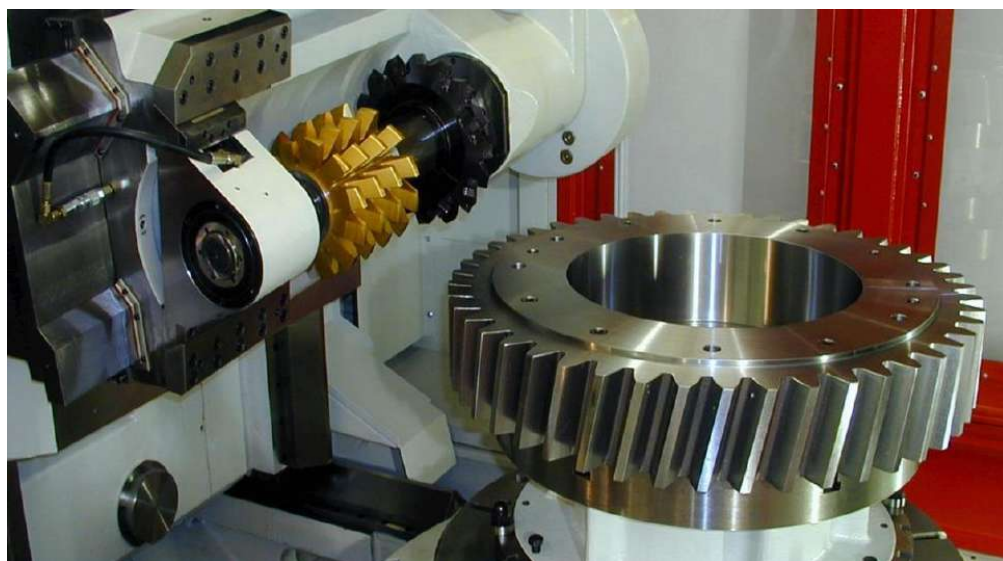


Рисунок 2.25 – Процесс зубофрезерования на станке HGH-180

На станке обрабатывающий инструмент (червячные модульные фрезы) устанавливаются и работают по программе, выполняют черновое и чистовое фрезерование зубьев зубчатых колес с высокой точностью и чистотой поверхностей зубьев

Операция зубошевеногвальная выполняется на станке ВСН72-732СNC 2 в соответствии с рисунком 2.26



Рисунок 2.26– Зубошевеногвальный станок ВСН72-732СNC 2

Поворотные направляющие стола обеспечивают возможность шевингования с продольной, диагональной и поперечной подачами изделия. Имеется возможность настройки для врезного шевингования.

На полуавтомате ВСН-732CNC2 реализованы синхронные электронные кинематические связи для получения бочкообразных и конусных зубьев вместо механических.

Технические характеристики станка ВСН72-732CNC 2 приведены в таблице 2.7

Для повышения качества обработанных зубьев предусмотрена возможность работы с разгружающим отскоком перед окончанием выхаживания.

Для удобства обслуживания механизированы настройка на межосевое расстояние и зажим-разжим шеверной головки.

Станки оснащаются электрооборудованием фирмы SIEMENS.

Станок ВСН-732NC2 оснащен программируемым контроллером и панелью оператора.

Станок ВСН-732CNC2 оснащен устройством Sinumerik 802D.

Таблица 2.7 – Технические характеристики ВСН-732NC2 (CNC2)

Параметр	Значение
Наибольший диаметр обработки, мм	320
Наибольшая длина заготовки, мм:	500
Наибольшая ширина венца, мм	150
Модуль, мм	8
Наибольший номинальный делительный диаметр шевера, мм	250
Наибольшая ширина, мм	40
Посадочный диаметр шевера, мм	63,5
Наибольший угол поворота шеверной головки от среднего положения, град	30
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	150
Наибольшее поперечное перемещение стола, мм	25
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм	165
Расстояние между осями шпинделей инстр-та и изделия, мм	120...285
Наибольший угол поворота направляющих стола от среднего положения, град	-30...+90

Наибольшая величина перемещения копира от нулевого положения, мм	15
Наибольший угол поворота копира, град	45
Диапазон частоты вращения шпинделя инструмента, мин ⁻¹	56...360
Диапазон скоростей горизонтальных перемещений стола, мм/мин	15...300
Диапазон радиальных подач стола, мм	0,01...0,06
Наибольшее значение снимаемого припуска, мм	
- при обычном шевинговании	0,4
- при врезном	0,3
Диапазон величины разгружающего отскока, мм	0,01...0,04
Суммарная мощность, кВт	6,7
Габариты, мм	2200x1750x2120
Масса полуавтомата, кг	4700

Моечная машина МПП-250

Для операции 030 используем промышленные струйные моечные машины МПП-250 (Рисунок 2.25).

Автоматическая моющая машина модели МПП-250 предназначена для мойки деталей с габаритами: до Ø800 мм, Н – 500г весом до 150 кг водным моющим составом.

Рабочая камера имеет выдвижную платформу, которая позволяет производить загрузку изделий снаружи. Автоматизированная система управления позволяет изменять параметры обработки в зависимости от вида изделий.



Рисунок 2.28 – Моечная машина МПП-250

Распыленная до мелкодисперсного состояния жидкость смачивает поверхности деталей практически во всем объеме. Непрерывность процесса обеспечивает постоянное обновление раствора (или промывочной воды) на поверхностях деталей. Повышенные температуры растворов, до 90°C, способствуют интенсификации процесса обработки. Машины в базовом исполнении – оснащаются нижним и верхним П - образными поворотными коллекторами с форсунками Spraying Systems.

Машины могут оснащаться необходимым числом баков для выполнения соответствующих технологических операций. Рабочая жидкость воздействует на поверхности деталей сразу по трем направлениям.

						15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			50

Таблица 2.8 – Технические характеристики МПП-250

Максимальная загрузка, кг	150
Размеры загружаемой тары, (диаметр платформы), мм	50-800
Высота тары, мм	500
Емкость бака, л	130
Нагрев (на один бак), кВт	5
Давление на выходе форсунки, ар	2,5
Давление моющего раствора на выходе из форсунок, бар	2
Глубина, мм	1050
Ширина, мм	1250
Высота, мм	1800

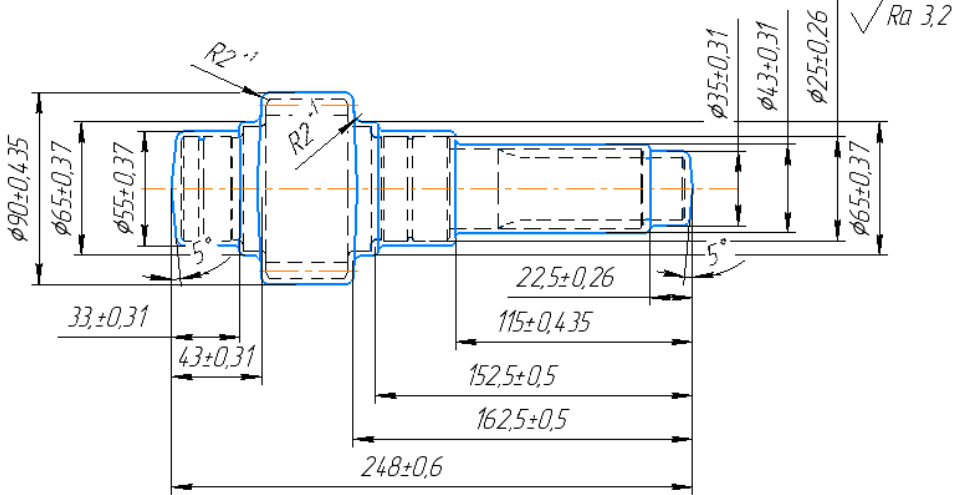
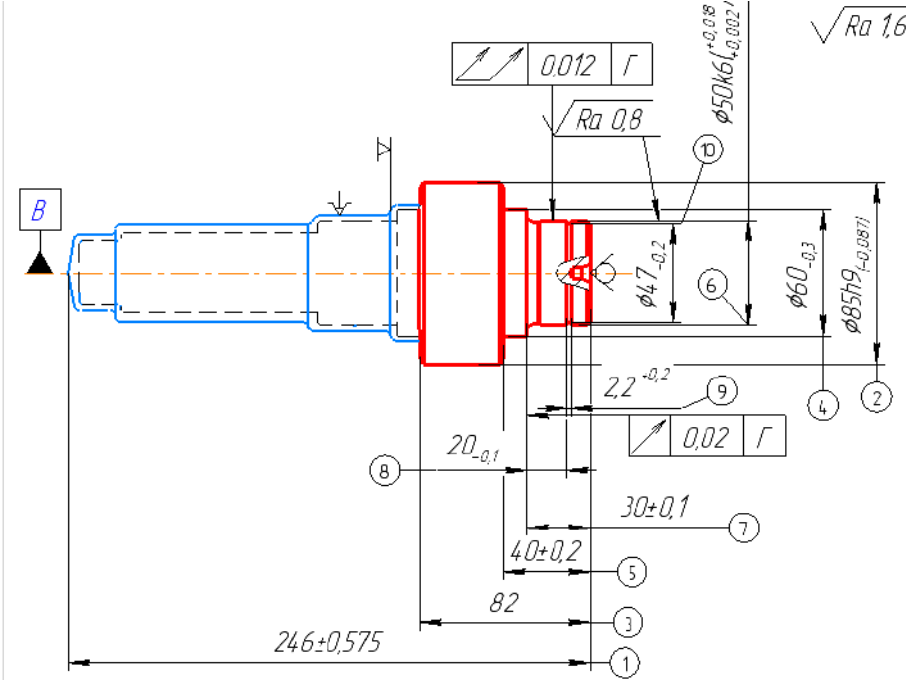
Программируемая система управления процессом
 Загрузка деталей сверху
 Закатная платформа
 Загрузочный стол с направляющими
 Баки, трубопроводы, соединительная и запорная арматура выполнены из нержавеющей стали
 Вращающийся нижний коллектор
 Вращающийся верхний коллектор (П – обр.)
 Фильтр грубой очистки на сливе из рабочей камеры
 Датчик уровня в баках
 Температура моющего раствора до 60 °С

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

План операций переходов показан в таблице 2.9

Технологическая операция – это часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте, над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми или собираемыми изделиями, одним или несколькими рабочими.

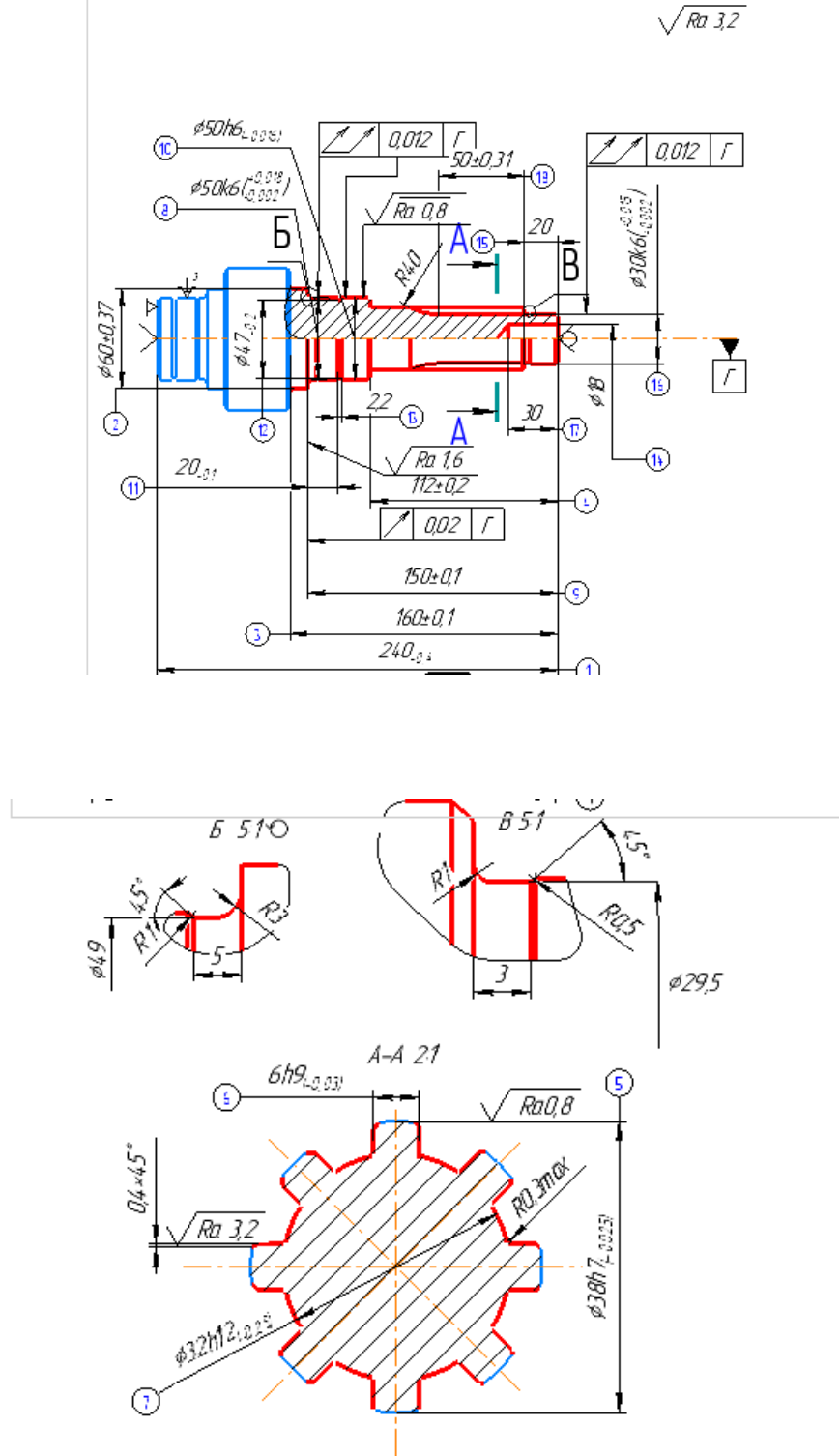
Таблица 2.9 – Технологический процесс изготовления детали

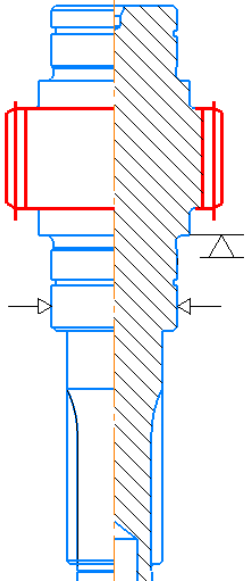
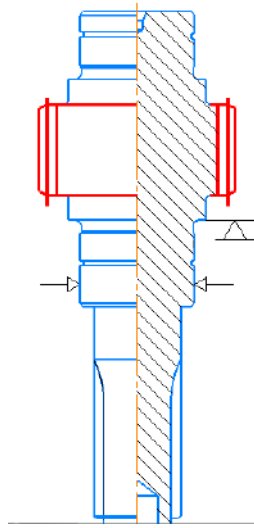
О перац ия	Эскиз
1	2
000 Заготовительная	 <p>Technical drawing of a shaft with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Overall length: $248 \pm 0,6$ Left end diameter: $\phi 90 \pm 0,435$ Inner diameter at left end: $\phi 65 \pm 0,37$ Inner diameter in the middle section: $\phi 55 \pm 0,37$ Length of the middle section: $115 \pm 0,435$ Length of the section before the last diameter: $22,5 \pm 0,26$ Length of the last diameter section: $162,5 \pm 0,5$ Length of the section before the final diameter: $152,5 \pm 0,5$ Length of the final diameter section: $22,5 \pm 0,26$ Final diameter: $\phi 65 \pm 0,37$ Other diameters: $\phi 35 \pm 0,31$, $\phi 43 \pm 0,31$, $\phi 25 \pm 0,26$ Surface finish: $\sqrt{Ra 3,2}$ Chamfers: 5° Radius: $R2$
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Токарно-фрезерный с ЧПУ HYPERTURN 65 Установ А	 <p>Technical drawing of a shaft with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Overall length: $246 \pm 0,575$ Left end diameter: $\phi 60_{-0,3}$ Inner diameter at left end: $\phi 47_{-0,2}$ Length of the section before the final diameter: 82 Length of the final diameter section: $22_{-0,2}$ Final diameter: $\phi 50_{K6}^{r0,018}_{L0,002}$ Other diameters: $\phi 60_{-0,3}$, $\phi 85_{H9}^{+0,007}$ Surface finish: $\sqrt{Ra 0,8}$, $\sqrt{Ra 1,6}$ Chamfers: $0,012 \Gamma$, $0,02 \Gamma$ Inspection points: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Продолжение таблицы 2.9

О перац ия	Эскиз
1	2

0010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ
Токарно-фрезерный с ЧПУ
HYPERTURN 65 Установ Б



О перац ия	Эскиз																																	
1	2																																	
<p>015 Зубофрезерная Станок Зубофрезерный HGH-180</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 16}$</p>  <table border="1" data-bbox="970 571 1404 1070"> <tr><td>модуль</td><td><i>m</i></td><td>3</td></tr> <tr><td>число зубьев</td><td><i>z</i></td><td>26</td></tr> <tr><td>угол наклона</td><td>β</td><td>9° 22'</td></tr> <tr><td>направление зуба</td><td></td><td>правое-</td></tr> <tr><td>исходный контур</td><td></td><td>ГОСТ 13755-81</td></tr> <tr><td>степень точности ГОСТ 1643-81</td><td></td><td>7-Г</td></tr> <tr><td>коэффициент смещения</td><td><i>x</i></td><td>0</td></tr> <tr><td>толщина зуба по хорде</td><td>S_c</td><td>4,161^{+0,025}_{-0,015}</td></tr> <tr><td>высота зуба до хорды</td><td>h_c</td><td>2,243^{+0,01}</td></tr> <tr><td>длина общей нормали</td><td><i>W</i></td><td>23,233^{+0,02}_{-0,01}</td></tr> <tr><td>делительный диаметр</td><td><i>d</i></td><td>79,064</td></tr> </table>	модуль	<i>m</i>	3	число зубьев	<i>z</i>	26	угол наклона	β	9° 22'	направление зуба		правое-	исходный контур		ГОСТ 13755-81	степень точности ГОСТ 1643-81		7-Г	коэффициент смещения	<i>x</i>	0	толщина зуба по хорде	S_c	4,161 ^{+0,025} _{-0,015}	высота зуба до хорды	h_c	2,243 ^{+0,01}	длина общей нормали	<i>W</i>	23,233 ^{+0,02} _{-0,01}	делительный диаметр	<i>d</i>	79,064
модуль	<i>m</i>	3																																
число зубьев	<i>z</i>	26																																
угол наклона	β	9° 22'																																
направление зуба		правое-																																
исходный контур		ГОСТ 13755-81																																
степень точности ГОСТ 1643-81		7-Г																																
коэффициент смещения	<i>x</i>	0																																
толщина зуба по хорде	S_c	4,161 ^{+0,025} _{-0,015}																																
высота зуба до хорды	h_c	2,243 ^{+0,01}																																
длина общей нормали	<i>W</i>	23,233 ^{+0,02} _{-0,01}																																
делительный диаметр	<i>d</i>	79,064																																
<p>020 Зубошевинговальная Зубошевинго-вальный 2-732CNC</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 16}$</p>  <table border="1" data-bbox="970 1317 1369 1774"> <tr><td>модуль</td><td><i>m</i></td><td>3</td></tr> <tr><td>число зубьев</td><td><i>z</i></td><td>26</td></tr> <tr><td>угол наклона</td><td>β</td><td>9° 22'</td></tr> <tr><td>направление зуба</td><td></td><td>правое-</td></tr> <tr><td>исходный контур</td><td></td><td>ГОСТ 13755-81</td></tr> <tr><td>степень точности ГОСТ 1643-81</td><td></td><td>7-Г</td></tr> <tr><td>коэффициент смещения</td><td><i>x</i></td><td>0</td></tr> <tr><td>толщина зуба по хорде</td><td>S_c</td><td>4,161^{+0,025}_{-0,015}</td></tr> <tr><td>высота зуба до хорды</td><td>h_c</td><td>2,243^{+0,01}</td></tr> <tr><td>длина общей нормали</td><td><i>W</i></td><td>23,233^{+0,02}_{-0,01}</td></tr> <tr><td>делительный диаметр</td><td><i>d</i></td><td>79,064</td></tr> </table>	модуль	<i>m</i>	3	число зубьев	<i>z</i>	26	угол наклона	β	9° 22'	направление зуба		правое-	исходный контур		ГОСТ 13755-81	степень точности ГОСТ 1643-81		7-Г	коэффициент смещения	<i>x</i>	0	толщина зуба по хорде	S_c	4,161 ^{+0,025} _{-0,015}	высота зуба до хорды	h_c	2,243 ^{+0,01}	длина общей нормали	<i>W</i>	23,233 ^{+0,02} _{-0,01}	делительный диаметр	<i>d</i>	79,064
модуль	<i>m</i>	3																																
число зубьев	<i>z</i>	26																																
угол наклона	β	9° 22'																																
направление зуба		правое-																																
исходный контур		ГОСТ 13755-81																																
степень точности ГОСТ 1643-81		7-Г																																
коэффициент смещения	<i>x</i>	0																																
толщина зуба по хорде	S_c	4,161 ^{+0,025} _{-0,015}																																
высота зуба до хорды	h_c	2,243 ^{+0,01}																																
длина общей нормали	<i>W</i>	23,233 ^{+0,02} _{-0,01}																																
делительный диаметр	<i>d</i>	79,064																																

2.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.

Размерный анализ разработанного технологического процесса выполняем по методике проф. Матвеева В.В. [1].

2.5.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Преобразованный чертеж детали в первой и во второй проекциях приведен на рисунках 2.29 и 2.30

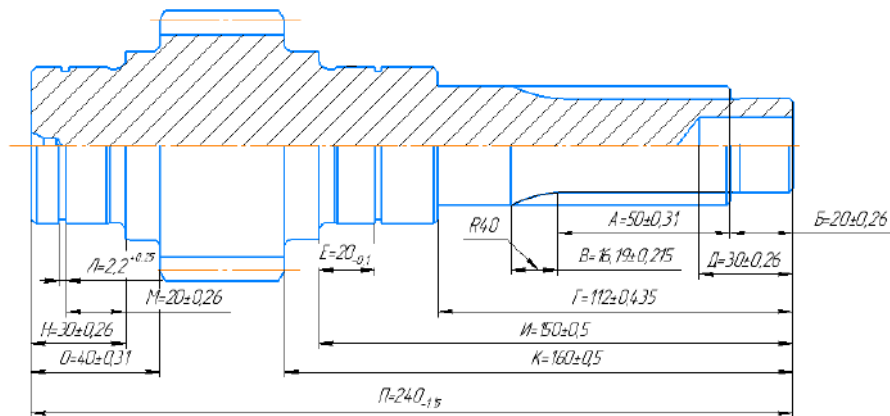


Рисунок 2.29 – Преобразованный чертёж детали в первой проекции

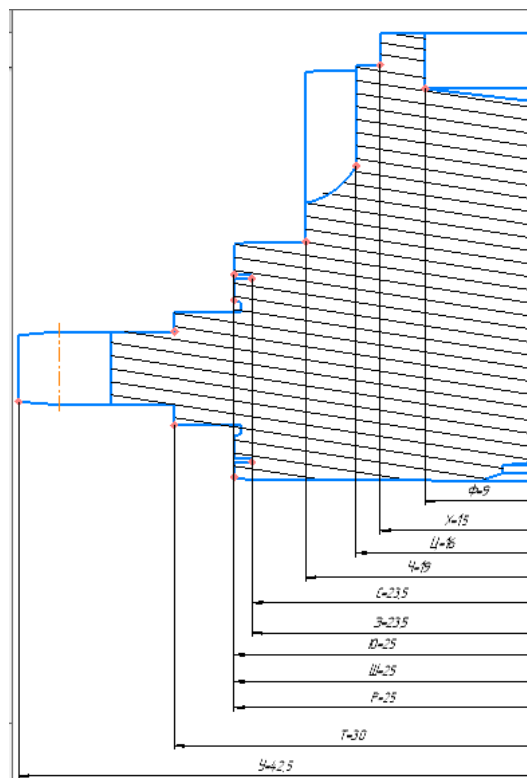


Рисунок 2.30 – Преобразованный чертёж детали в первой проекции

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

2.5.2 Составление таблицы технологического маршрута

На основе сформированных операций составляем таблицу технологического маршрута изготовления детали (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Технологический маршрут изготовления детали

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
000		$T2Я^0 = 0,8$ $T2Ю^0 = T2Ш^0 = 0,8$ $T2Ч^0 = 0,8$ $T2Х^0 = 0,7$ $T2Р^0 = 0,8$ $T2Т^0 = 0,8$ $ТН^0 = 0,7$ $ТО^0 = 0,8$ $ТБ^0 = 0,7$ $ТГ^0 = 0,9$ $ТИ^0 = 0,9$ $ТК^0 = 1$
051У		$T2У^5 = 0,52$ $T2Т^5 = 0,3$ $T2Р^5 = 0,012$ $T2С^5 = 0,2$ $ТП^5 = ТП_{табл}^5 = 0,25$ $ТО^5 = ТО_{табл}^5 = 0,2$ $ТМ^5 = ТМ_{табл}^5 = 0,12$ $ТН^5 = ТН_{табл}^5 = 0,12$ $ТЛ^5 = ТЛ_{табл}^5 = 0,12$ $4^5 = 0,01$ $5^5 = 0,015$

Окончание таблицы 2.10

<p>0 5 2 У</p>		<p> $T_{2X}^{5(2Y)} = 0,01$ $T_{2\Phi}^{5(2Y)} = 0,2$ $T_{2Ц}^{5(2Y)} = 0,2$ $T_{2Ч}^{5(2Y)} = 0,02$ $T_{2Э}^{5(2Y)} = 0,2$ $T_{2Ш}^{5(2Y)} = 0,012$ $T_{2Ю}^{5(2Y)} = 0,012$ $T_{2Я}^{5(2Y)} =$ $T_{A_{табл}}^{5(2Y)} = 0,2$ $T_{П}^{5(2Y)} =$ $T_{П_{табл}}^{5(2Y)} = 0,25$ $T_{К}^{5(2Y)} =$ $T_{К_{табл}}^{5(2Y)} = 0,25$ $T_{И}^{5(2Y)} =$ $T_{И_{табл}}^{5(2Y)} = 0,25$ $T_{Г}^{5(2Y)} =$ $T_{Г_{табл}}^{5(2Y)} = 0,25$ $T_{Д}^{5(2Y)} =$ $T_{Д_{табл}}^{5(2Y)} = 0,2$ $T_{Е}^{5(2Y)} =$ $T_{Е_{табл}}^{5(2Y)} = 0,2$ $T_{Ж}^{5(2Y)} =$ $T_{Ж_{табл}}^{5(2Y)} = 0,2$ $1^{5(2Y)}, 2^{5(2Y)},$ $6^{5(2Y)} = 0,01$ $3^{5(2Y)} = 0,015$ </p>
----------------------------	--	---

2.5.3 Оформление размерных схем и составление уравнений технологических размерных цепей

Размерная схема первой проекции представлена на рисунке 2.31.

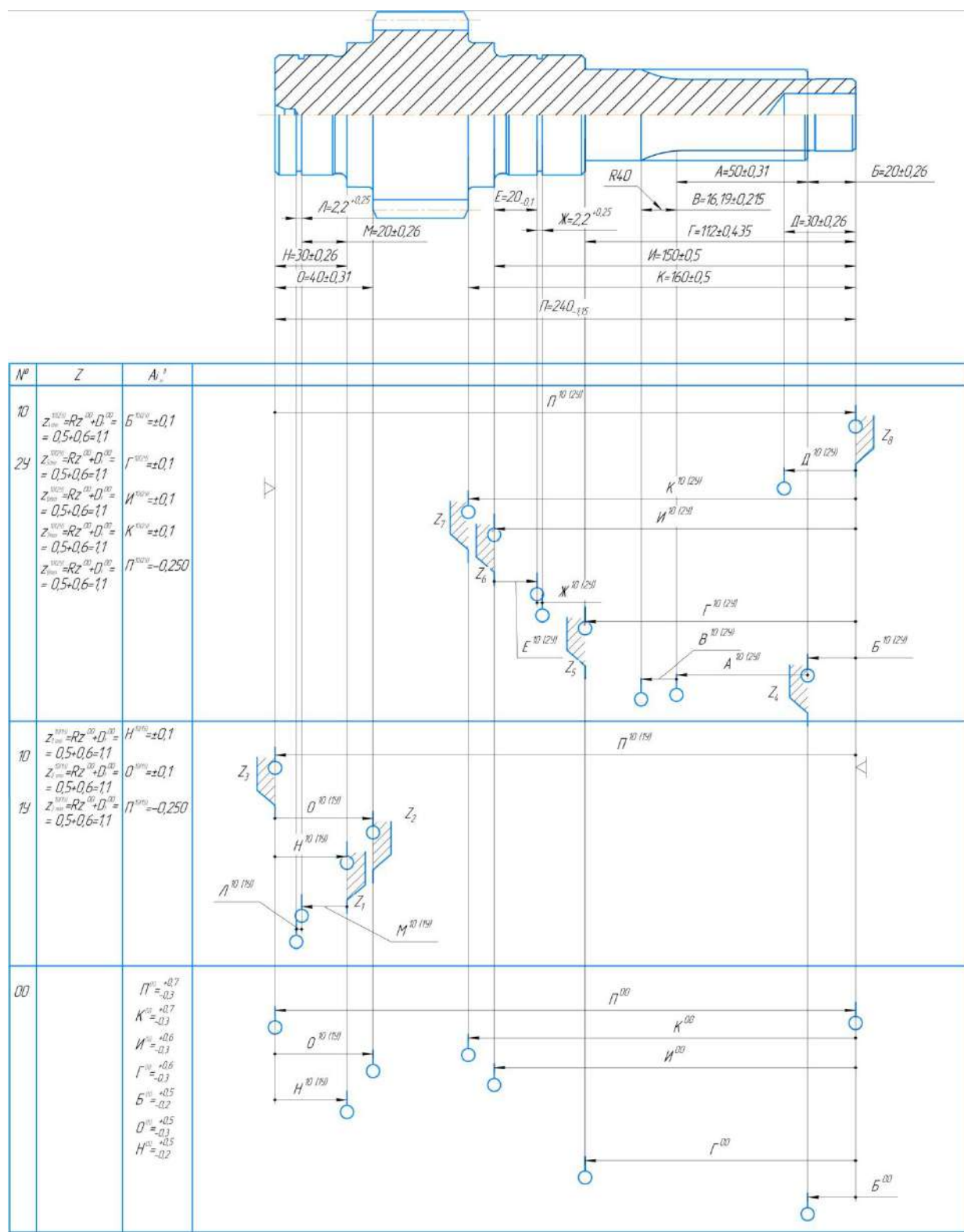


Рисунок 2.31 – Размерная схема первой проекции

Рассчитываются операционные припуски:

$$Z_1 = H^{00} - H^{10(1Y)}$$

$$Z_2 = O^{00} - O^{10(1Y)}$$

$$Z_3 = \Pi^{00} - \Pi^{10(1Y)}$$

$$Z_4 = Б^{00} - Б^{10(2Y)}$$

$$Z_5 = \Gamma^{00} - \Gamma^{10(2Y)}$$

$$Z_6 = И^{00} - И^{10(2Y)}$$

$$Z_7 = К^{00} - К^{10(2Y)}$$

$$Z_8 = \Pi^{10(1Y)} - \Pi^{10(2Y)}$$

Номинальный припуск рассчитывается по формуле :

$$Z_{ном} = Z_{min} + \frac{W}{2} - \Delta_0$$

$$Z_{min} = Rz_{i-1} + Df_{i-1}$$

$$W = \sum T_i$$

$$\Delta_0 = \frac{(\Delta_B^{yB} + \Delta_H^{yB}) - (\Delta_B^{yM} + \Delta_H^{yM})}{2}$$

Rz_{i-1} и Df_{i-1} выбираются по приложению 6[4]

$$Z_{1min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,7\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,2)) - (0,1 + (-0,1))}{2} = 0,15 \text{ мм.}$$

$$Z_{1ном} = Z_{1min} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,35 - 0,15 = 1,3\text{мм}$$

$$H^{00} = [Z_1] + 30 = 31,3 \text{ мм}$$

$$Z_{2min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,8\text{мм.}$$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,3)) - (0,1 + (-0,1))}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

$$Z_{2\text{НОМ}} = Z_{2\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,4 - 0,1 = 1,4 \text{ мм}$$

$$O^{00} = [Z_2] + 40 = 41,4 \text{ мм}$$

$$Z_{3\text{min}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W = 1 \text{ мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,7 + (-0,3)) - (0 + (-0,25))}{2} = 0,325 \text{ мм.}$$

$$Z_{3\text{НОМ}} = Z_{1\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,5 - 0,325 = 1,275 \text{ мм}$$

$$\Pi^{00} = [Z_3] + 240 + [Z_8]$$

$$Z_{4\text{min}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W = 0,7 \text{ мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,2)) - (0,1 + (-0,1))}{2} = 0,15 \text{ мм.}$$

$$Z_{4\text{НОМ}} = Z_{4\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,35 - 0,15 = 1,3 \text{ мм}$$

$$B^{00} = [Z_1] + 20 = 21,3 \text{ мм}$$

$$Z_{5\text{min}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W = 0,9 \text{ мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,6 + (-0,3)) - (0,1 + (-0,1))}{2} = 0,15 \text{ мм.}$$

$$Z_{5\text{НОМ}} = Z_{5\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,45 - 0,15 = 1,4 \text{ мм}$$

$$\Gamma^{00} = [Z_1] + 112 = 113,4 \text{ мм}$$

$$Z_{6\text{min}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$W=0,9\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,6 + (-0,3)) - (0,1 + (-0,1))}{2} = 0,15 \text{ мм.}$$

$$Z_{6\text{НОМ}} = Z_{6\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,45 - 0,15 = 1,4\text{мм}$$

$$H^{00} = [Z_1] + 150 = 151,4 \text{ мм}$$

$$Z_{7\text{min}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,9\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,6 + (-0,3)) - (0,1 + (-0,1))}{2} = 0,15 \text{ мм.}$$

$$Z_{7\text{НОМ}} = Z_{7\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,45 - 0,15 = 1,4\text{мм}$$

$$K^{00} = [Z_1] + 160 = 161,4 \text{ мм}$$

$$Z_{8\text{min}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=1 \text{ мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,7 + (-0,3)) - (0 + (-0,25))}{2} = 0,325 \text{ мм.}$$

$$Z_{8\text{НОМ}} = Z_{8\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,5 - 0,325 = 1,275\text{мм}$$

$$\Pi^{10\ 1Y} = [Z_8] + 240 = 241,275 \text{ мм}$$

$$\Pi^{00} = [Z_3] + 241,275 = 242,55 \text{ мм}$$

Размерная схема второй проекции представлена на рисунке 2.32.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

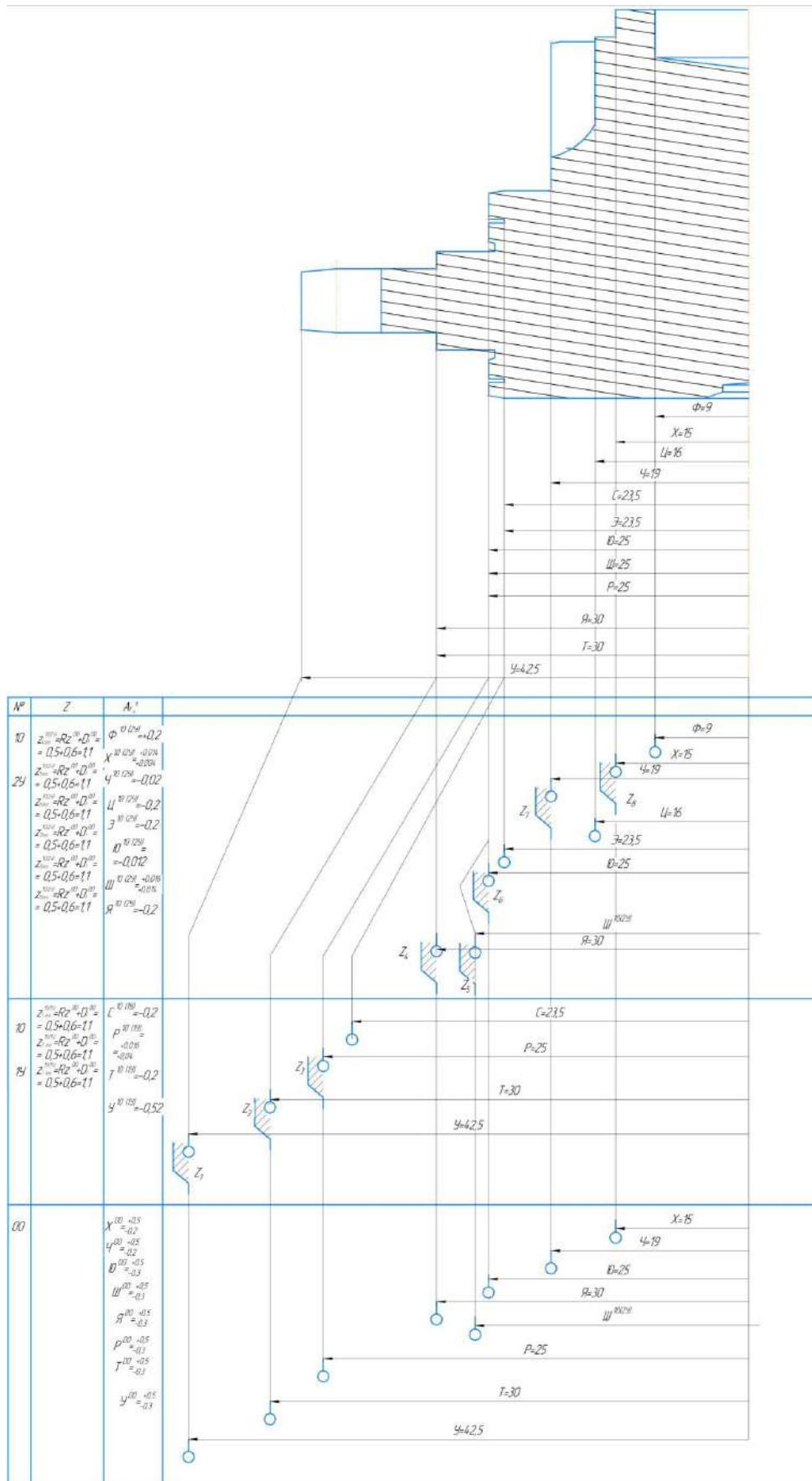


Рисунок 2.31 – Размерная схема второй проекции

Рассчитываются операционные припуски:

$$Z_1 = y^{00} - y^{10(1Y)}$$

$$Z_2 = T^{00} - T^{10(1Y)}$$

$$Z_3 = p^{00} - p^{10(1Y)}$$

$$Z_4 = Я^{00} - Я^{10(2Y)}$$

$$Z_5 = Ш^{00} - Ш^{10(2Y)}$$

$$Z_6 = Ю^{00} - Ю^{10(2Y)}$$

$$Z_7 = Ч^{00} - Ч^{10(2Y)}$$

$$Z_8 = X^{00} - X^{10(2Y)}$$

Номинальный припуск рассчитывается по формуле :

$$Z_{ном} = Z_{min} + \frac{W}{2} - \Delta_0$$

$$Z_{min} = Rz_{i-1} + Df_{i-1}$$

$$W = \sum T_i$$

$$\Delta_0 = \frac{(\Delta_B^{yB} + \Delta_H^{yB}) - (\Delta_B^{yM} + \Delta_H^{yM})}{2}$$

Rz_{i-1} и Df_{i-1} выбираются по приложению 6[4]

$$Z_{1min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,8\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,3)) - (0 + (-0,52))}{2} = 0,36 \text{ мм.}$$

$$Z_{1ном} = Z_{1min} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,4 - 0,36 = 1,14\text{мм}$$

$$y^{00} = [Z_1] + 85 = 86,14 \text{ мм}$$

$$Z_{2min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,8\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,3)) - (0 + (-0,2))}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

$$Z_{2ном} = Z_{2min} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,4 - 0,2 = 1,3\text{мм}$$

$$T^{00} = [Z_2] + 60 = 61,4 \text{ мм}$$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

$$Z_{3min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,8\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,3)) - (0,016 + (0,004))}{2} = 0,09 \text{ мм.}$$

$$Z_{3ном} = Z_{3min} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,4 - 0,09 = 1,41\text{мм}$$

$$P^{00} = [Z_3] + 50 = 51,41 \text{ мм}$$

$$Z_{4min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,8\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,3)) - (0 + (-0,2))}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

$$Z_{4ном} = Z_{4min} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,4 - 0,2 = 1,3\text{мм}$$

$$P^{00} = [Z_4] + 60 = 61,3 \text{ мм}$$

$$Z_{5min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,8\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,3)) - (0,016 + (0,004))}{2} = 0,09 \text{ мм.}$$

$$Z_{5ном} = Z_{5min} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,4 - 0,09 = 1,41\text{мм}$$

$$III = [Z_5] + 50 = 51,41 \text{ мм}$$

$$Z_{6min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,8\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,3)) - (0 + (-0,012))}{2} = 0,094 \text{ мм.}$$

$$Z_{6ном} = Z_{6min} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,4 - 0,094 = 1,406\text{мм}$$

$$Ю^{00} = [Z_1] + 50 = 51,406 = 51,41 \text{ мм}$$

$$Z_{7min} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$W=0,7\text{мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,2)) - (0 + (-0,02))}{2} = 0,14 \text{ мм.}$$

$$Z_{7\text{НОМ}} = Z_{7\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,35 - 0,14 = 1,31\text{мм}$$

$$\Psi^{00} = [Z_7] + 38 = 39,31\text{мм}$$

$$Z_{8\text{min}} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$W=0,7 \text{ мм.}$$

$$\Delta_0 = \frac{(0,5 + (-0,2)) - (0,014 + (-0,004))}{2} = 0,141 \text{ мм.}$$

$$Z_{8\text{НОМ}} = Z_{8\text{min}} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + 0,35 - 0,141 = 1,309\text{мм}$$

$$\Pi^{10\ 1Y} = [Z_8] + 30 = 31,309 \text{ мм}$$

2.5.4 Оформление эскиза заготовки

С учетом полученных размеров заготовки на рисунке 2.32 представлен эскиз заготовки с техническими требованиями.

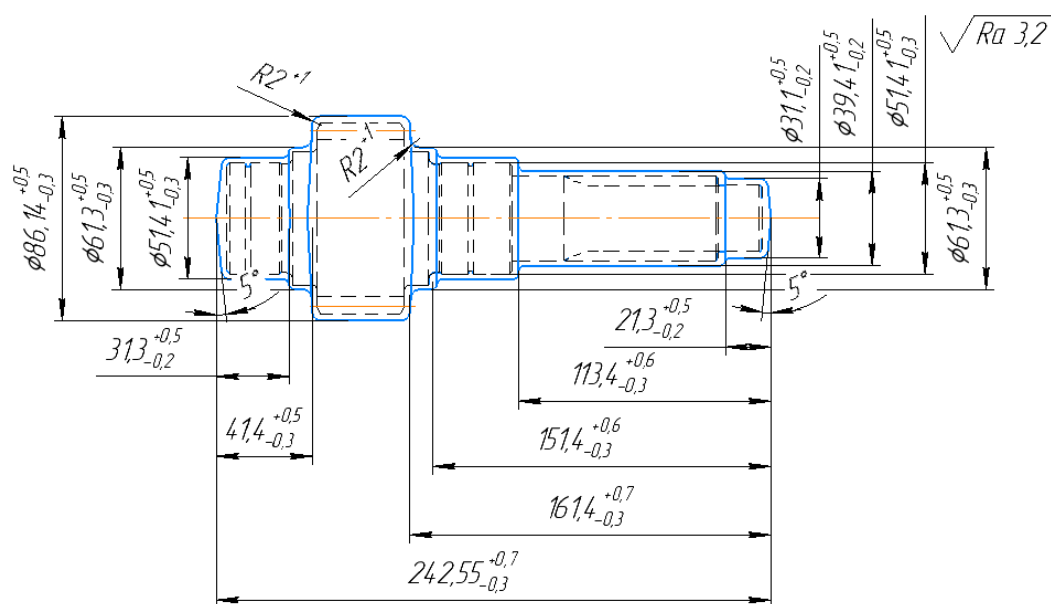


Рисунок 2.32 – Эскиз заготовки

						15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			65

2.6 Расчет режимов резания

2.6.1 Описание режущего инструмента, применяемого в проектом тип

Подбор режущего инструмента, применяемого при обработке детали, осуществлялся по каталогам фирмы SANDVIK.[6] В таблице 2.11 приведен основной режущий инструмент. Были выбраны инструмент как с СМП (сменные многогранные пластины), так и цельный инструмент.

Расшифровка обозначений инструмента с СМП :

PSSNR 2525M 15 – Державка крепится рычагом за отверстие, тип наклона 45 градусов, высота державки 25 мм, длина инструмента равна 150 мм,

SNMG 15 06 16-SMR 1115 – Пластина квадратной формы, с задним углом в 0 градусов, код класса допуска М, тип пластины двухсторонний, длина режущей кромки равна 15 мм, толщина 6,35 мм, радиус при вершине равен 1,6 мм.

RFF26-2020S – Призматическая державка с правым исполнением тип наклона 0 градусов , максимальная глубина резания 26 мм, высота хвостовика 20мм, ширина 20 мм.

RFF26-2020S – Призматическая державка с правым исполнением тип наклона 0 градусов , максимальная глубина резания 26 мм, высота хвостовика 20мм, ширина 20 мм.

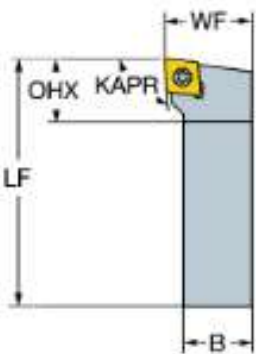
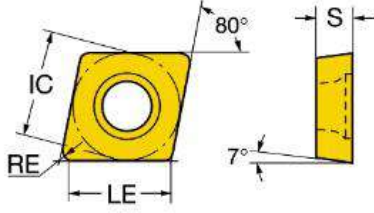
QD-NF-0150-0002-СМ Н13А – Пластина для обработки канавок нейтрального исполнения, размер гнезда по коду F(2,31-2,99 мм), ширина 2,5 мм, угол в плане равен 0 градусов, радиус при вершине 0,2 мм, может применяться для отрезки, рекомендуются средние подачи

SVJBL 2020K 1 – державка с левым исполнением тип наклона 3 градуса , , высота хвостовика 20мм, ширина 20 мм, длина 125 мм.

VБMT 16 04 04 MR 1105– Пластина ромбической формы предназначенная для чистового точения , код класса допуска М, тип пластины односторонний, длина режущей кромки равна 25 мм, толщина 4 мм, радиус при вершине равен 0,2 мм.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблица 2.11 – Инструмент применяемый в ТП

В О	Эскиз и маркировка РИ	
Наружное точение	<p>Державка SCLCR 2020K 12</p>  <p>Размеры : Мах угол врезания (RMPX)= 0 deg Мах вылет (ОНХ) = 21,7 мм Исполнение (HAND)L Ширина хвостовика (B) = 20 мм Высота хвостовика (H) = 20 мм Функциональная длина (LF)=125 мм Функциональная ширина (WF1)=25мм Функциональная высота (HF)=20 мм Масса элемента (WT)0.373 кг</p>	<p>Режущая пластина ССМТ 12 04 04-ММ 2220</p>  <p>Размеры : Диаметр вписанной окружности (IC)= 12,7 мм Эффективная длина режущей кромки (LE)12,496 мм Радиус при вершине (RE)= 0,4 мм Исполнение (HAND)N Толщина пластины (S)=4,763 mm Задний угол главный (AN)=7 deg Масса элемента (WT)0.006кг</p>

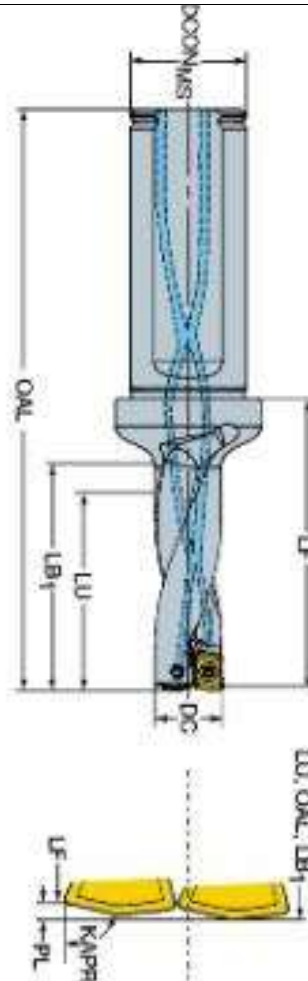
Продолжение таблицы 2.11

В О	Эскиз и маркировка РИ	
Точение канавки	<p align="center">Державка RFF26-2020S</p>  <p>Размеры :</p> <p>Мах вылет (ОНХ)=35 мм</p> <p>Исполнение (HAND)=L</p> <p>Ширина хвостовика (B)=20 мм</p> <p>Высота хвостовика (H)=20 мм</p> <p>Функциональная длина (LF)=125 мм</p> <p>Функциональная ширина (WF)=20 мм</p> <p>Функциональная высота (HF)=20 мм</p> <p>Масса элемента (WT)=0,309 kg</p>	<p align="center">Режущая пластина QD-NF-2000-0002-СМ Н13А</p>  <p>Размеры :</p> <p>Ширина резания (CW)=1,5 мм</p> <p>Нижнее отклонение ширины резания (CWTOLL)=0,05 мм</p> <p>Верхнее отклонение ширины резания (CWTOLU)=0,05 мм</p> <p>Радиус при вершине слева (REL)=0,2 мм</p> <p>Радиус при вершине справа (RER)=0,2 мм</p> <p>Нижнее отклонение радиуса при вершине (RETOLL)=0,05 мм</p> <p>Верхнее отклонение радиуса при вершине (RETOLU)0,05 mm</p> <p>Задний угол главный (AN)=7 deg</p> <p>Масса элемента (WT)0.001 кг</p>

Продолжение таблицы 2.11

Сверление отверстия

Сверло с
880-D180



Размеры
Диаметр
Верхнее

,4 mm

Диаметр соединения (DC) 20 мм
Функциональная длина (LF) 77,615 mm
Рабочая длина (LU) 63 mm
Главный угол в плане (KAPR) 79 deg
Общая длина (OAL) 128 mm
Масса элемента (WT) 0,171 kg

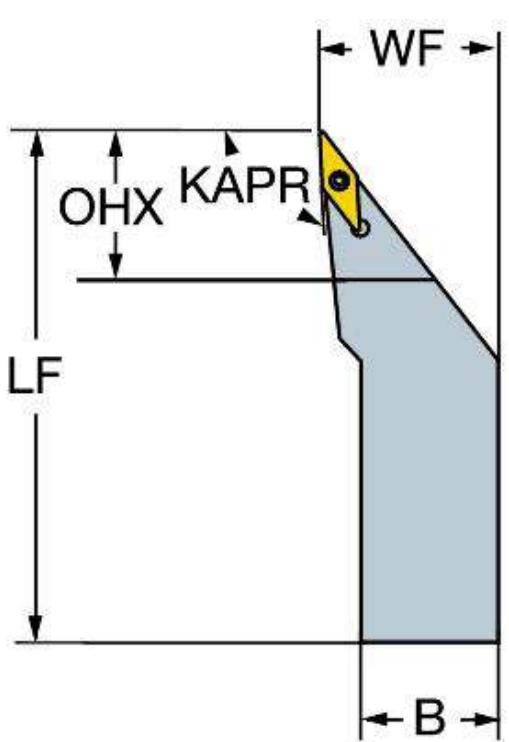
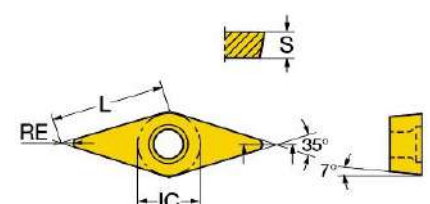
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

69

Продолжение таблицы 2.11

Расточка внутренних отверстий	<p>Державка SVJBL 2020K 16</p> 	<p>Режущая пластина VBMT 16 04 04-MF 2220</p> 
	<p>Размеры :</p> <p>Главный угол в плане (KAPR)=93 deg</p> <p>Мах угол врезания (RMPX)=50 deg</p> <p>Мах вылет (ОНХ)=31,1мм</p> <p>Исполнение (HAND)L</p> <p>Ширина хвостовика (B)=20 мм</p> <p>Высота хвостовика (H)=20 мм</p> <p>Функциональная длина (LF)=125 мм</p> <p>Функциональная ширина (WF1)=25мм</p> <p>Функциональная высота (HF)=20 мм</p> <p>Масса элемента (WT)0.341 кг</p>	<p>Размеры :</p> <p>Диаметр вписанной окружности (IC)=9.525 мм</p> <p>Эффективная длина режущей кромки (LE)=15,406 мм</p> <p>Радиус при вершине (RE)=0,2 мм</p> <p>Исполнение (HAND)N</p> <p>Толщина пластины (S)=4,763 mm</p> <p>Задний угол главный (AN)=7 deg</p> <p>Масса элемента (WT)0.007кг</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

70

2.6.2 Режимы резания по рекомендации производителя

Расчет режимов резания осуществляется по данным, приведенным в каталогах инструмента фирмы SANDVIK и программного обеспечения «Sandvik Coromant TollGuide»[9] В записке были приведены расчеты режимов резания на два перехода и вместе с остальными данными были сведены в таблицу 2.11.

1 Подрезка торца .Обрабатываемая поверхность: диаметр 87 мм, толщина снимаемого слоя материала 1,27мм.. Обрабатываемый материал Сталь 40X. Требуемая точность поверхности H14, шероховатость Ra 1.6

Расчет режимов резания производится при помощи программного обеспечения «Sandvik Coromant TollGuide» (рисунок 2.33)

Рисунок 2.33– Режимы резания для перехода «подрезка торца»

Скорость резания равна 159м/мин, подача на зуб 0,541 мм, время обработки на элемент составляет 0,30 минуты

2 Сверление отверстия

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Обрабатываемая поверхность: обрабатываемый диаметр 18 мм ,глубина элемента 30 мм. Обрабатываемый материал Сталь 40Х. Требуемая точность отверстия Н12, шероховатость Ra 3.2.

Расчет режимов резания производится при помощи программного обеспечения «Sandvik Coromant TollGuide» (рисунок 2.34).

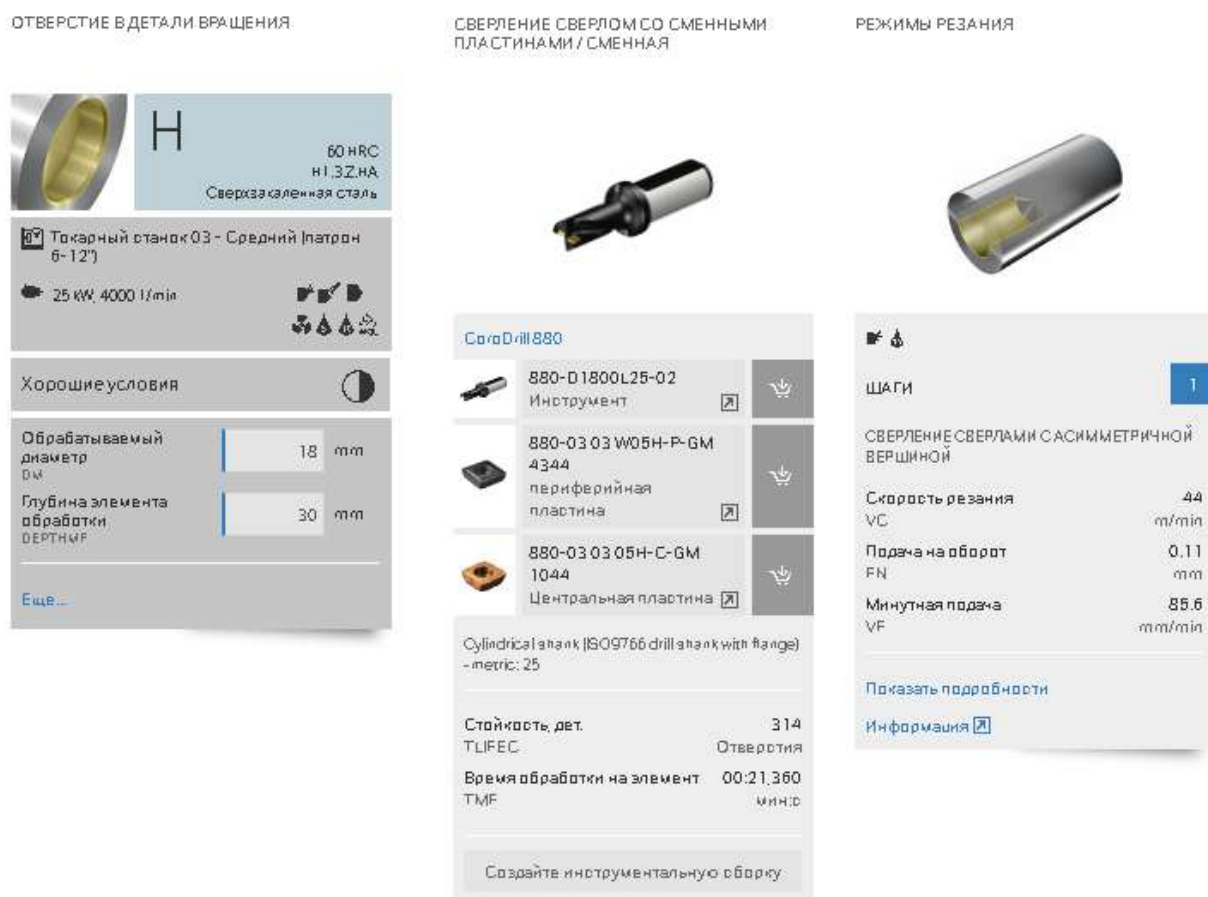


Рисунок 2.34 – Сверление отверстия

Скорость резания равна 15,7 м/мин, подача на оборот 0,0286 мм, глубина резания 5 мм, время обработки на элемент составляет 0,056 минут.

После расчетов всех режимов, данные о них сводятся в таблицу

3 Точение канавки .Обрабатываемая поверхность: ширина канавки 2,2 мм, глубина 1,5 мм.. Обрабатываемый материал Сталь 40Х. Требуемая точность поверхности Н14, шероховатость Ra 1.6

Расчет режимов резания производится при помощи программного обеспечения «Sandvik Coromant TollGuide» (рисунок 2.35)

НАРУЖНАЯ КАНАВКА

200 HB
M1.02.AG
Аустенитная нержавеющая сталь

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12')

25 kW, 4000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS: 50 мм

Обработанный диаметр DME: 47 мм

Обрабатываемая ширина WIDTMMF: 2 мм

Ширина резания SW: мм

Мин ширина резания SWM: мм

Мак ширина резания SWX: мм

Еще...

ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КАНАВОК / СМЕННАЯ

SoroCut 1-2

RF123E15-2020B
Инструмент

N123E2-0224-0002-GF
1105
Пластина

Ресталдвигатель - метрик: 20x20

Стойкость, дет. TLIFEC: 1010 Канавки

Время обработки на элемент TMF: 00:00.894 мин:с

Создайте инструментальную сборку.

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ШАГИ 1

ОБРАБОТКА КАНАВОК

Скорость резания VC: 219 м/мин

Подача на оборот FN: 0.07 мм

Мак частота вращения RPMX: 1490 1/мин

Показать подробности

Информация

Рисунок 2.35– Режимы резания для перехода «точение канавки»

Скорость резания равна 218м/мин, подача на оборот 0,07 мм, время обработки на элемент составляет 0,089 минуты

4 Наружное точение чистовое .Обрабатываемая поверхность: диаметр 50 мм, глубина 0,5 мм.. Обрабатываемый материал Сталь 40X. Требуемая точность поверхности кб , шероховатость Ra 0,8

Расчет режимов резания производится при помощи программного обеспечения «Sandvik Coromant TollGuide» (рисунок 2.36)

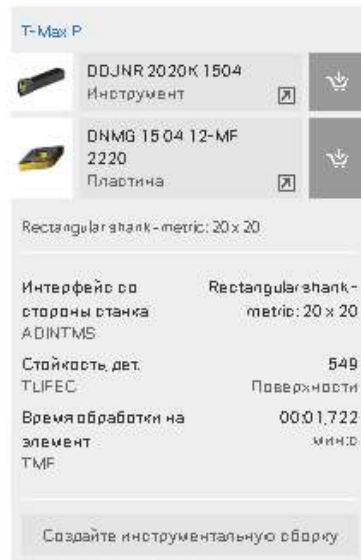
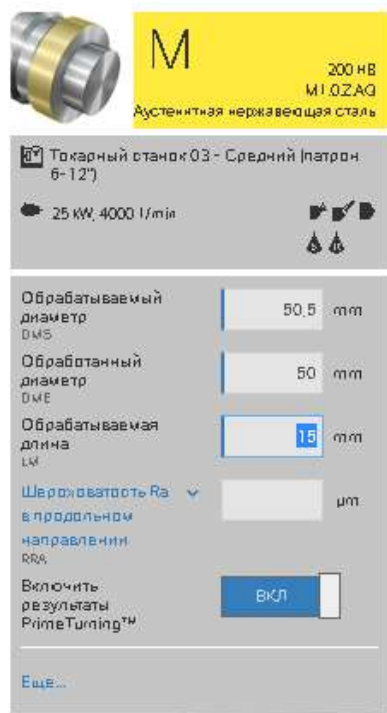


Рисунок 2.36– Режимы резания для перехода «точение канавки»

Скорость резания равна 211м/мин, подача на оборот 0,408 мм, время обработки на элемент составляет 0,17 минуты

Для всех остальных переходов аналогично, данные сведены в таблицу 2.12.

Таблица 2.12 – Режимы резания

Операция/Переход	t, мм	V, м/мин	n, об/мин	S, мм/об (мм/зуб)	To, мин
010 Комплексная ЧПУ Установ А					
Подрезать торец D1 = 86.14/ D2 = 0 , выдерживая L= 241.28 (0; -0.25) окончательно	1,27	166.56	615.7 96	0.054	1.42
Центровать отверстие D = 1.6	0.8	15.968	3178. 317	0.045	0.04

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

74

Продолжение таблицы 2.12

Точить цилиндр, выдерживая D = 85 (0; -0.052) на L _{__} = 80 окончательно	0.57	262.193	600.5 01	0.017	4.97
Точить цилиндр, выдерживая D = 60 (0; -0.2) на L _{__} = 40 окончательно	1.5	113.134	971	0.188	2.03
Точить цилиндр, выдерживая D = 50.5 (0; -0.2) на L _{__} = 40 предварительно	1.5	114.064	719.3 28	0.182	1.12
Точить цилиндр, выдерживая D = 50 (0; -0.2) на L _{__} = 30 окончательно	0,25	135.327	861.9 56	0.1	0.38
Точить 1 канавку D = 47 B = 2.2	1.5	113.982	725.9 99	0.07	0.15
010 Комплексная ЧПУ Установ А					
Подрезать торец D1 = 86.14/ D2 = 0 , выдерживая L _{__} = 240 (0; -0.25) окончательно	1,3	166.56	615.79 6	0.054	1.42
Сверлить отверстие, выдерживая D = 18 (0.2; 0) на L _{__} = 30 окончательно		112.942	998.27 4	0.662	0.87
Точить цилиндр, выдерживая D = 60 (0.1; -0.1) на L _{__} = 160 окончательно	1.5	113.134	600.50 1	0.188	1.44
Точить цилиндр, выдерживая D = 50.5 (0.00; -0.74) на L _{__} = 149,5 предварительно	2	95.127	566.26 3	0.236	1.14
Точить цилиндр, выдерживая D = 38.5 (0.1; -0.1) на L _{__} = 111.5 предварительно	2	137.017	1133.4 04	0.095	1.06
Точить цилиндр, выдерживая D = 30.5 (0.1; -0.1) на L _{__} = 19.5 предварительно	2	138.541	1446.6 05	0.091	0.89
Точить цилиндр, выдерживая D = 50 (+0.016; +0.004) на L _{__} = 150 окончательно	0.25	279.903	1765.1 72	0.013	1.67
Точить 1 канавку D = 47 B = 2.2	1.5	124.806	794.94 5	0.07	0.15
Точить цилиндр, выдерживая D = 50 (0.00; -0.012) на L _{__} = 150 окончательно	0.25	279.903	1765.1 72	0.013	1.67

Окончание таблицы 2.12

Точить цилиндр, выдерживая D = 38 (0.000; -0.02) на L _н = 112 окончательно	0.25	325.91	2661.3 58	0.007	1.17
Точить цилиндр, выдерживая D = 30 (0.014; -0.004) на L _н = 20 окончательно	0.25	329.815	3460.8 44	0.007	0.95
Фрезеровать шлицы B _н = 6 L = 50	3	35.651	180.21 9	79.296	5.83
015 Зубофрезерная					
Фрезеровать зубья детали модуль m = 3	3.75	35.922	457.6 01	39.81 1	1.63
020 Зубошевенговальная					
Шевенговать зубья детали	0,003	31.211	132.5 31	308.5 33	13

Нормы времени приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Нормы времени

Операция	T _о , мин	T _{всп} , мин	T _{пз} , мин	T _{шт} мин
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	34.07	18.06	16	52.13
015 Зубофрезерная	2.85	1.2	7	4.05
020 Зубошевенговальная	13.67	0.78	7	21.45

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для обработки зубчатого венца детали « Вал-шестерня » необходимо спроектировать специальное приспособление. Это приспособление можно использовать при фрезеровании зубьев и при шевинговании. Оба станка оснащены поворотным столом, на которое базируется и закрепляется приспособление.

Разработка теоретической схемы базирования.

Решение задачи по разработке теоретической схемы базирования сводится к определению:

- комплекта базовых поверхностей, обеспечивающих базирование заготовки;
- квалификационных групп, к которым относится каждая база (установочная, направляющая и т.д.);
- количества и взаимного расположения опорных точек на каждой базе;
- количества и взаимного расположения установочных элементов для каждой базы.

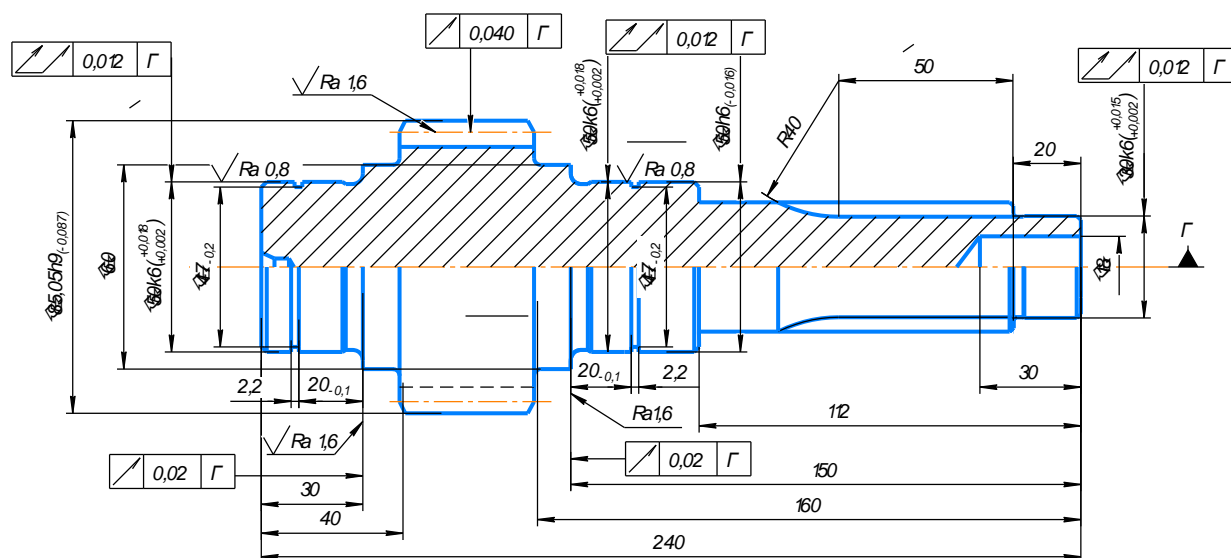


Рисунок 3.1- Фрагмент чертежа детали

По стандарту опорных точек па плоскости X достаточно три, для обработанных поверхностей выбирают опоры с цилиндрической головкой, ввиду того, что опорная поверхность заготовки кольцевая диаметром

$(85-60)/2=12,5$ мм. и с другой стороны $(100-75)/2=12,5$ мм. Базовой опорной поверхностью являются эти кольцевые поверхности чисто обработанные, на токарном обрабатывающем центре, параметр шероховатости опорной

поверхности Ra 1,6мкм , поэтому опорные элементы не применяются в данном случае.

В данном случае база двойная опорная , заготовка базируется по торцу кольцевой поверхности диаметром 50мм и по диаметру 38Н7 .

Погрешность базирования в данном случае равна нулю

Разработанная теоретическая схема базирования представляется в виде отдельного эскиза заготовки , оформляется в соответствии с ГОСТ 21495-76.

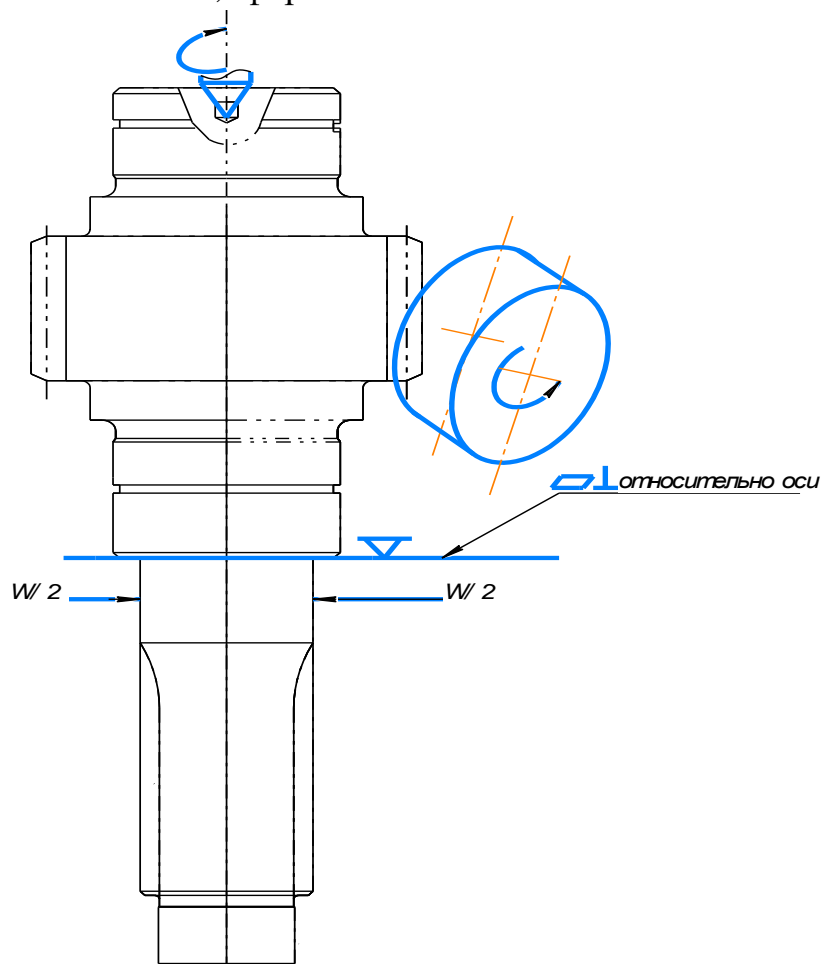


Рисунок 3.2 – Принципиальная схема приспособления при обработке на зубофрезерном станке с ЧПУ HGH-180

Заготовка базируется по торцу диаметром 50 h6 мм и внутреннему отверстию диаметром 38 мм с точностью по H7 качеству. Сверху поджимается вращающимся центром.

Выбор установочных элементов для разработанной теоретической схемы базирования производится по методическим указаниям "Реализация теоретической схемы базирования в приспособлении". По выбранным конструкциям установочных элементов вычерчивается эскиз установки заготовки. Приспособление определяет положение заготовки относительно режущего инструмента, возникающие при обработке погрешности связаны не только с погрешностями базирования, но и с погрешностями положения.

приспособления относительно режущего инструмента. Данная деталь устанавливается с приспособлением на зубофрезерный и зубодолбежный станки с ЧПУ с поворотным столом, обработка ведется различным режущим инструментом по программе. На зубофрезерном червячной модульной фрезой, на зубодолбежном долбяком.

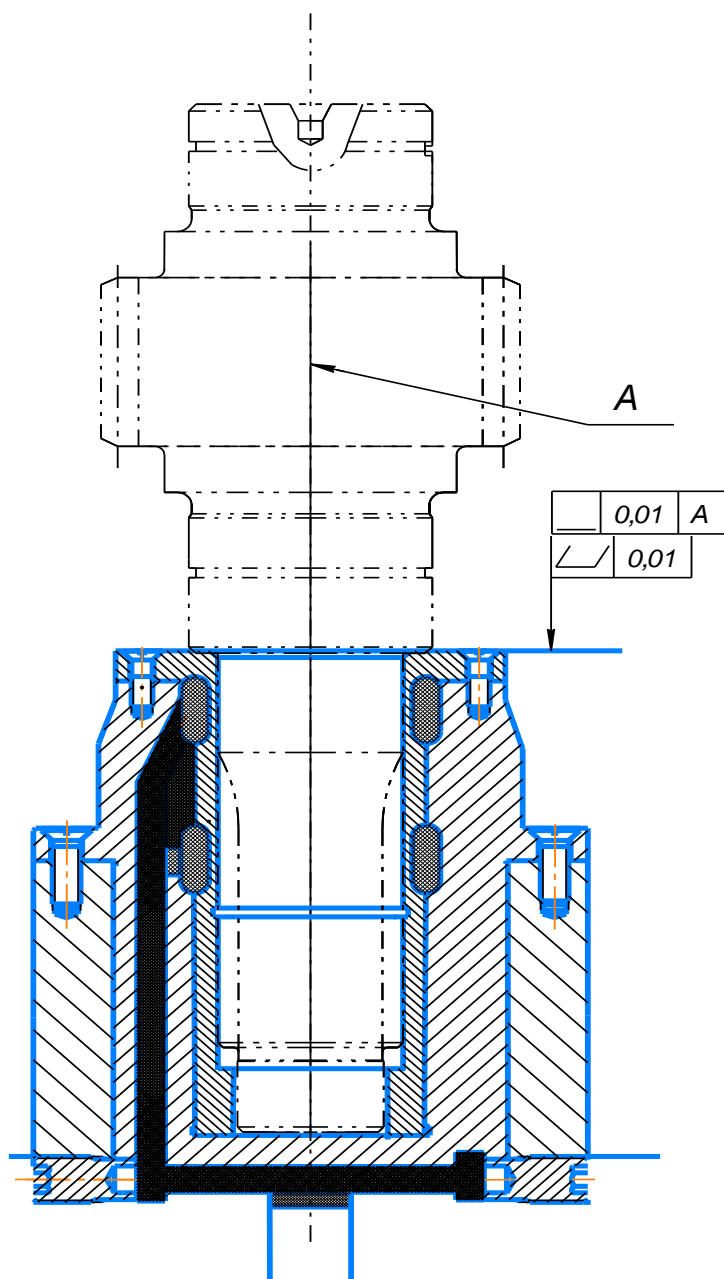


Рисунок 3.3 – Принципиальная схема приспособления при обработке на зубофрезерном станке с ЧПУ NGH-180

Базируется приспособление и настраивается по центру поворотного стола круглыми шпонками по пазу стола, крепится станочными болтами.

Схема закрепления заготовки в приспособлении на рисунке 3.3

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

3.1.1 Определение условий закрепления заготовки

Заготовка устанавливается в ориентированном положении на базовую поверхность по диаметру 50 мм, крепится деформирующей специальной втулкой с пружинными свойствами при действии на нее гидропласта от силового пневматического привода. Форма втулки позволяет обеспечить точность центрирования заготовки и при сопряжении с внутренней поверхностью заготовки. На длине поверхности отверстия заготовки втулка зажимает заготовку и прижимает к основной опорной базе- кольцевой поверхности, одновременно силой зажима производится закрепление заготовки.

3.1.2 Расчет усилия зажима заготовки.

Расчет режимов резания для фрезерной операции

Диаметр окружности выступов колеса – Ø85,05 h9 мм,

Модуль – $m=3$ мм;

Число зубьев – $z=26$;

Ширина колеса – $B=40$ мм;

Диаметр фрезы $D=80$ мм

Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4531-71, 200 ... 230 НВ

Расчет режимов резания производится в следующем порядке:

Выбор подачи:

$$S_z = 0,45 \text{ мм/об}$$

t – глубина резания

$t = 6$ мм.

Число оборотов по паспорту станка 400 об/мин, скорость резания:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot n_\phi}{1000} \text{ м/мин} \quad 3.1$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 400}{1000} = 100,5 \text{ м/мин}$$

Рассчитывается сила резания

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad 3.2$$

где: $z=1$ – число (заходов) зубьев фрезы;

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

n – частота вращения фрезы, об/мин;
 K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости.

$$K_{mp} = 0,8$$

C_p, x, y, u, q, w – коэффициент и показатели степени в формуле силы резания

$$C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,7; u = 1,0; q = 0,86; w = 0$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 6^{0,86} \cdot 0,45^{0,7} \cdot 10^{1,0} \cdot 1}{80^{0,86} \cdot 400^0} \cdot 0,8 = 1031,6 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad 3.3$$

$$M_{кр} = \frac{1031,6 \cdot 80}{2 \cdot 1000} = 412,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Рассчитывается мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт} \quad 3.4$$

$$N = \frac{1031,6 \cdot 100,5}{1020 \cdot 60} = 1,7 \text{ кВт}$$

Закрепление заготовки осуществляется силой W .

В результате разработана расчётная схема при следующих допущениях:
 в соответствии с расчётной схемой условие равновесия заготовки при обработке записывается уравнением:

$$\Sigma M_{уд} = k \cdot \Sigma M_{сдв},$$

где: k – коэффициент запаса надёжности закрепления.

Величину сил закрепления можно определить, решая задачу статики на равновесие твёрдого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов. К силам, действующим на деталь в процессе обработки, будут относиться:

- а) силы резания,
- б) вес детали,
- в) силы крепления и реакции опор,
- г) при определенных условиях центробежные и инерционные силы.

Величину сил резания определяют из условий и режимов обработки по формулам теории резания или по нормативам. А так как в процессе обработки эти

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

силы могут изменяться, то для обеспечения надежности при расчете необходимых сил закрепления их увеличивают на коэффициент запаса K . Коэффициент запаса K может быть определен по формуле:

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 \quad 3.6$$

где: $k_0=1,5$ – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев обработки;
 $k_1=1,1$ – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовке;

$k_2=1,1$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки и материала заготовки;

$k_3 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистой обработке;

$k_4=1,0$ – коэффициент, учитывающий изменения зажимного усилия. Для гидравлических приводов;

k_5 – коэффициент, зависящий от удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах в данном расчете не учитывается, т.к. приспособление не требует приложения физических сил рабочего;

$k_6=1,0$ – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контакта плоских базовых поверхностей с плоскими поверхностями;

$$k = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,18 .$$

В данном случае сила зажима W и сила резания P_z действуют на установленную деталь в приспособлении во взаимно перпендикулярных направлениях. Уравнение сил, обеспечивающее неизменность положения детали, будет иметь следующий вид:

$$W = \frac{k \cdot P_z}{f_1 + f_2}, \text{ Н} \quad 3.7$$

$f_1 = f_2 = 0,25$ - коэффициент трения при контакте между гладкими поверхностями незакаленной заготовки и гладкими закаленными поверхностями установочных и зажимных элементов, а также при контакте по линии и сфере.

Полученную величину силы резания P_z , в формулу для расчёта силы закрепления, W имеет окончательный результат:

$$W = \frac{2,18 \cdot 1031,6}{0,25 + 0,25} = 4495, \text{ Н.}$$

Тяговое усилие, создаваемое силовым приводом:

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

$$Q = \frac{W}{\eta} + Pnp, \text{ Н.} \quad 3.8$$

где Pnp - сила сопротивления пружины для диаметра 40мм и диаметра проволоки 2,5 мм равно 340 Н

Коэффициент полезного действия, учитывающий потери на трении во всех структурных элементах зажимного устройства, $\eta = 0,9$.

$$Q = \frac{4495}{0,9} + 340 = 5334, \text{ Н.}$$

где: ρ – давление пневматической среды от насоса (принимается $q=5\text{атм} \approx 0,5\text{МПа}$).

Определение диаметра пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \rho}}, \text{ мм.} \quad 3.9$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5334}{3,14 \cdot 0,5}} = 98_{\text{мм}} \text{ мм.}$$

Выбирается диаметр цилиндра равный 100 мм, а штока 20 мм.

Ход штока 40 мм

3.1.3 Расчет точности обработки

Расчет точности обработки заготовки при проектировании СП производится с целью определения условия – будет ли разрабатываемая конструкция СП обеспечивать точность обработки, требуемую технологическим процессом.

Необходимость таких расчетов связана с тем, что в процессе обработки заготовки в СП неизбежно возникают погрешности, величина которых зависит от многих факторов, в том числе от конструкции СП и точности его изготовления.

Суммарная погрешность обработки $\Delta \Sigma$ складывается из большего числа систематических и случайных погрешностей.

$$\Delta \Sigma = k \cdot \Delta_{ii} + \Delta_{\bar{n}} + \Delta_{\bar{e}} + \Delta_{\bar{e}ci} + \Delta_{\bar{o}i} + \Delta_{\bar{d},\bar{e}} + \Delta_{\bar{i},\bar{i}}, \quad 3.10$$

где k – коэффициент зависящий от точности выполняемого параметра и учитывающий долю погрешности (0,6 – для 8-9 квалитетов точности);

Δ_{ii} – погрешность применяемого метода обработки;

$\Delta_{mo} = 0$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

$\Delta_{\bar{n}}$ – погрешность от геометрической неточности применяемого оборудования;

$$\Delta_c = 0,015$$

Δ_{δ} – погрешность от неточности изготовления режущего инструмента и его износа;

$$\Delta_u = 0$$

$\Delta_{\delta_{\text{сг}}}$ – погрешность метода измерения;

$$\Delta_{\text{изм}} = 0,02 \cdot 0,3 = 0,006$$

$\Delta_{\delta_{\text{сг}}}$ – погрешности, связанные с установкой заготовки в СП;

$\Delta_{\delta_{\text{р.л}}}$ – погрешности, связанные с расположением режущего инструмента;

$$\Delta_{\text{р.л.}} = 0,25 \cdot 0,03 = 0,0075$$

$\Delta_{\text{т.т.}}$ – настройки СП на станке;

$$\Delta_{\delta_{\text{сг}}} = \sqrt{\Delta_{\text{а.т.}}^2 + \Delta_{\text{с.т.}}^2 + \Delta_{\text{в.т.}}^2}, \quad 3.11$$

где $\Delta_{\text{а.т.}} = 0$ – погрешность базирования заготовки;

$\Delta_{\text{с.т.}}$ – погрешность закрепления заготовки в СП;

$$\Delta_{\text{з.н.}} = 0$$

$\Delta_{\text{в.т.}}$ – погрешность изготовления и износа рабочей поверхности установочного элемента;

$$\Delta_{\text{и.н.}} = 0$$

$$\Delta_{\Sigma} = 0,6 \cdot 0 + 0 + 0 + 0,006 + 0,015 + 0 + 0,0075 = 0,018$$

Сопоставив расчетные значения погрешности обработки с допуском, получаем условия: $0,02 > 0,018$.

3.1.4 Описание и принцип работы зажимного приспособления

Станочное приспособление (рисунок 3.4) устанавливается на поворотный стол станка, служат для создания надёжной фиксации заготовки и сохранения этого положения в процессе обработки радиусных пазов и отверстий расположенных под углом.

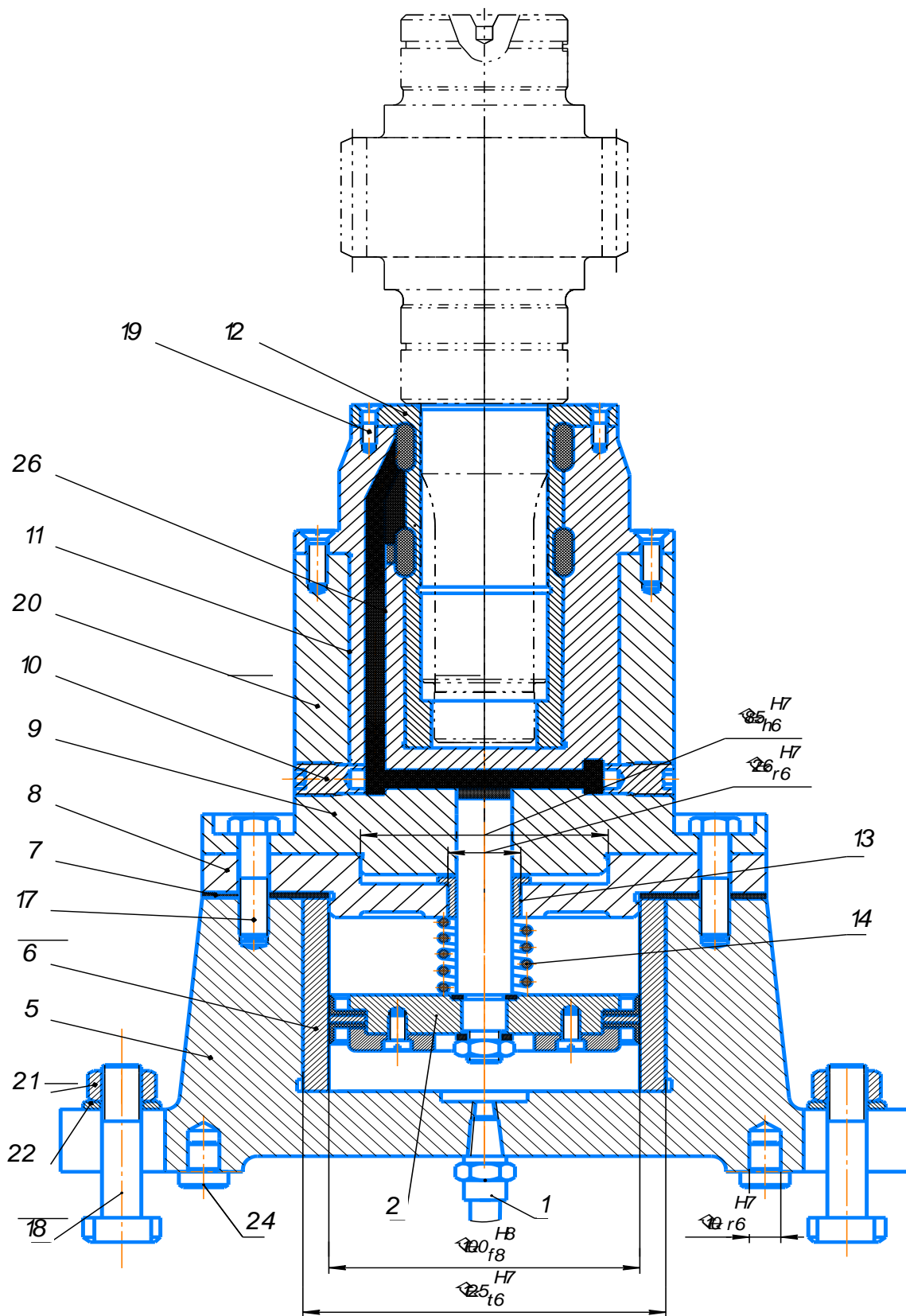
Приспособление состоит основания 5, закрепленным в нем пневмоцилиндром 6. Сверху на основание закреплены сборный корпус 10,11 В корпус установлена закаленная втулка 12 (втулка изготавливается из стали 70С2А с пружинными свойствами).

Через отверстия в корпус закачивается гидропласт.

Заготовка устанавливается во втулку 12. При подаче воздуха в нижнюю полость цилиндра, с перемещением штока под действием создаваемого давления гидропласт по каналам деформирует втулку и заготовка зажимается.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

После механической обработки, давление сбрасывается, под действием пружины 14 поршень пневмоцилиндра возвращается в исходное положение. Заготовка освобождается.



						15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			85

Рисунок 3.4 Приспособление зажимное

3.2 Расчет и проектирование режущего инструмента

Для обработки зубчатого венца вал- шестерни используется червячная фреза

Расчет червячной фрезы

Червячная фреза является режущим инструментом с зубьями, имеющими форму исходной рейки, для изготовления зубчатых колес. Одно из важнейших преимуществ червячной фрезы для нарезания зубчатых колес методом обкатывания состоит в том, что при сохранении величины основного шага можно производить различные сочетания модуля и угла профиля, что позволяет изготавливать зубья колеса с одинаковыми параметрами.



Рисунок 3.5 – Червячная фреза

РАСЧЕТ ЧЕРВЯЧНЫХ ЗУБОРЕЗНЫХ ФРЕЗ на ЭВМ

ИСХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1.Тип фрезы	общ.польз.
2.Модуль по нормали,мм	3.00000
3.Угол зацепления(проф.угол),гр	20.00000
4.Принятый профильный угол,гр	20.00000
5.Минимальная толщина зуба по дуге делительной окружности,мм	5.36700
6.Допуск на толщину зуба,мм	0.05000
7.Высота головки зуба шестерни,мм	3.00000
8.Высота ножки зуба шестерни,мм	3.80000
9.Число зубьев нарез. шестерни	26.00000
10.Угол наклона зубьев шестерни,гр	9.22000

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

11.Направление наклона	правое
12.Число заходов фрезы	1.00000
13.Признак фрезы	под шевер
14.Метод профилирования	по нормали
15.Передний угол фрезы,гр	0.00000

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОД ШЕВЕР

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	Исходные данные
1.Форма модификации профиля $\Phi = 1$, $\Phi = 2$)	1.00000
2.Число зубьев сопряженного колеса	26.00000
3.Радиус выступов сопряженного колеса	85.050000
4.Угол фланка при модификации $\Phi = 1$ ($a = 0$ не задан)	1.00000

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

НАИМЕНОВАНИЕ ВЕЛИЧИН	ПАРАМЕТРЫ
Наружный диаметр фрезы, мм	85.00000
Число зубьев фрезы	11.00000
Длина фрезы, мм	75.00000
Диаметр посадоч. отверстия , мм	32.00000
Шаг фрезы по нормали , мм	9.42478
Толщина зуба по нормали , мм	3.87778
Средний расчетный диаметр , мм	74.90000
Шаг винтовой линии , мм	2927.95442
Ход витков по оси , мм	18.78898
Угол наклона винтовой линии, гр	4.59471
Глубина канавки для фрез со шлифовальным профилем , мм	14.00000
Радиус закругления канавки , мм	2.00000
Величина первого затылования, мм	5.00000
Величина второго затылования, мм	5.00000
Высота головки зуба фрезы по нормали , мм	3.80000
Высота ножки зуба фрезы по нормали , мм	3.75000
Профильный угол по нормали , гр	20.00000
Полная высота профиля зуба , мм	7.55000
Радиус у вершины зуба , мм	0.40798
Радиус у ножки зуба , мм	0.75000
Толщина зуба у вершины , мм	1.76860
Ширина впадины у ножки , мм	2.81722
Задний угол на вершине зуба, гр	10.00000

3.3 Контроль параметров детали «Вал-шестерня»

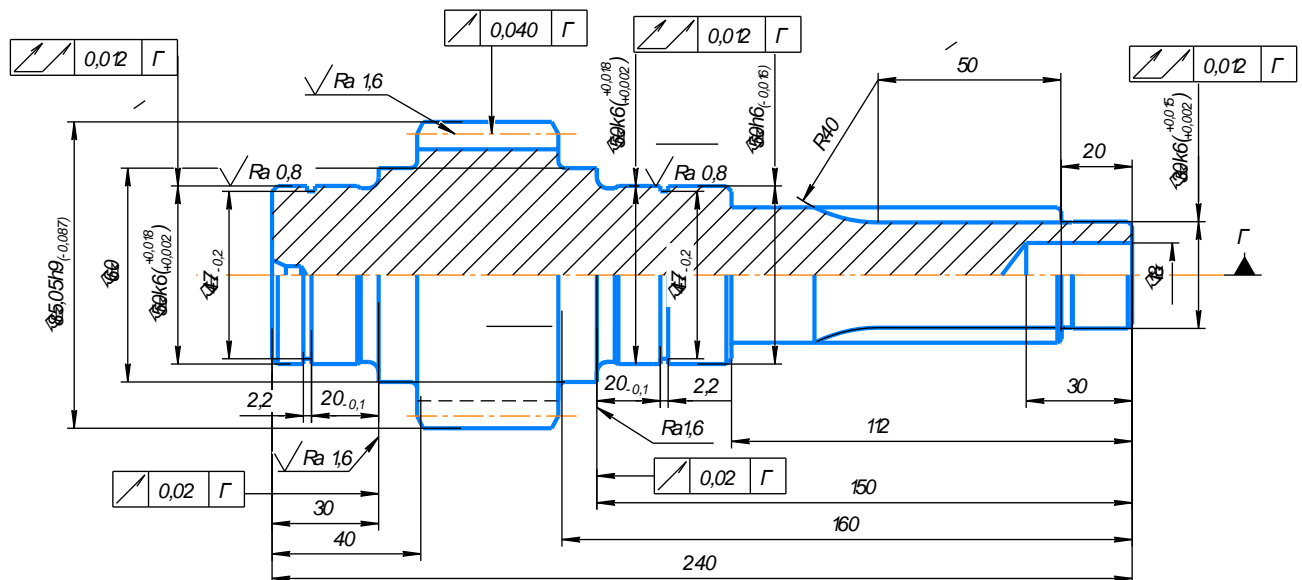


Рисунок 3.6 Фрагмент детали «Вал-шестерня»

После механической и других видов обработки производится контроль параметров детали «Вал-шестерня»

Необходимо произвести контроль взаимного расположения поверхностей (полного радиального биения посадочных поверхностей под подшипники качения с двух сторон диаметров 50 k6 и 50h6, 30k6; торцевое биение запечиков диаметром 60мм; контроль радиального биения зубчатого венца) базой при контроле является ось центров вала.

В настоящее время для контроля точности формы и взаимного расположения поверхностей деталей типа «тело вращения» используются либо специальные приборы - кругломеры, либо контрольно-измерительные машины.

При использовании специальных приспособлений, например для измерения допуска соосности, одной цилиндрической поверхности относительно другой, базовой поверхности детали должны закрепляться в патроне, который должен иметь минимальные величины биения установочных поверхностей.

При обработке детали на обрабатывающем центре с противопинделем, контроль радиального и торцевого биения можно произвести в процессе обработки этих поверхностей.

3.3.1 Контроль радиального и торцевого биения

										Лист
										88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР					

Измерения ведутся при повороте детали на 360°. Половина максимального колебания размера принимается за допуск соосности.. Соосность должна определяться смещением центра описанной окружности вокруг сечения детали относительно описанной окружности базового диаметра.

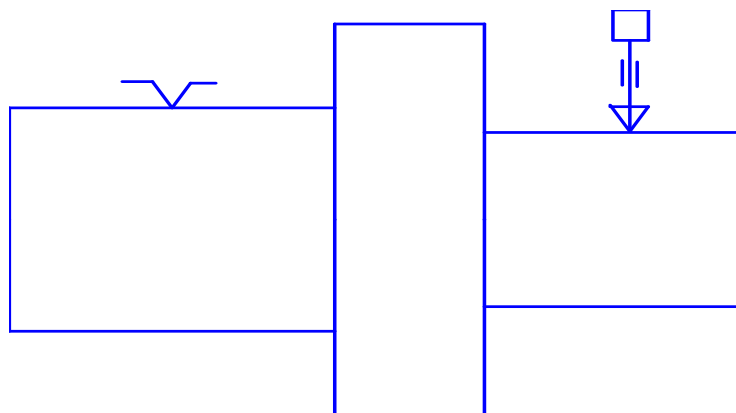


Рисунок 3.7– Схема соосности на специальном приспособлении.

При использовании контрольно-измерительных машин ось сечения определяется по трем точкам на поверхности деталь. Положение точек случайно, поэтому окружность, проведенная через три точки может не являться описанной окружностью (рисунок 3.7)

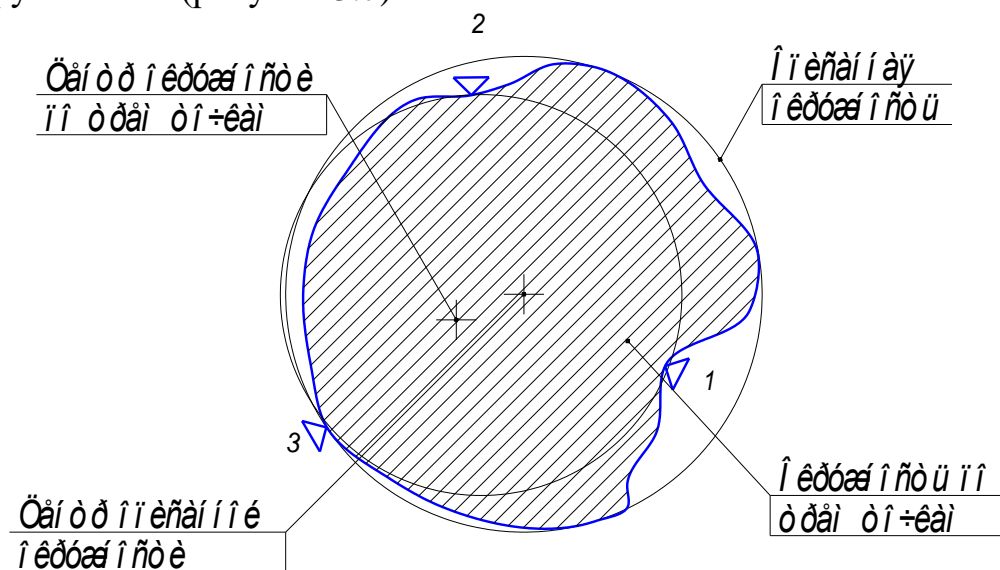


Рисунок 3.8 – Схема определения параметров сечения контрольно-измерительной машиной.

Для комплексной проверки допуска формы и взаимного положения поверхностей детали типа «тело вращения» предлагается использовать двух-(и более) параметрический прибор, обеспечивающий использование персонального компьютера (рисунок 3.9). Расчет в среде Windows позволяют применять прикладные программы и обеспечивают высокую скорость расчета.

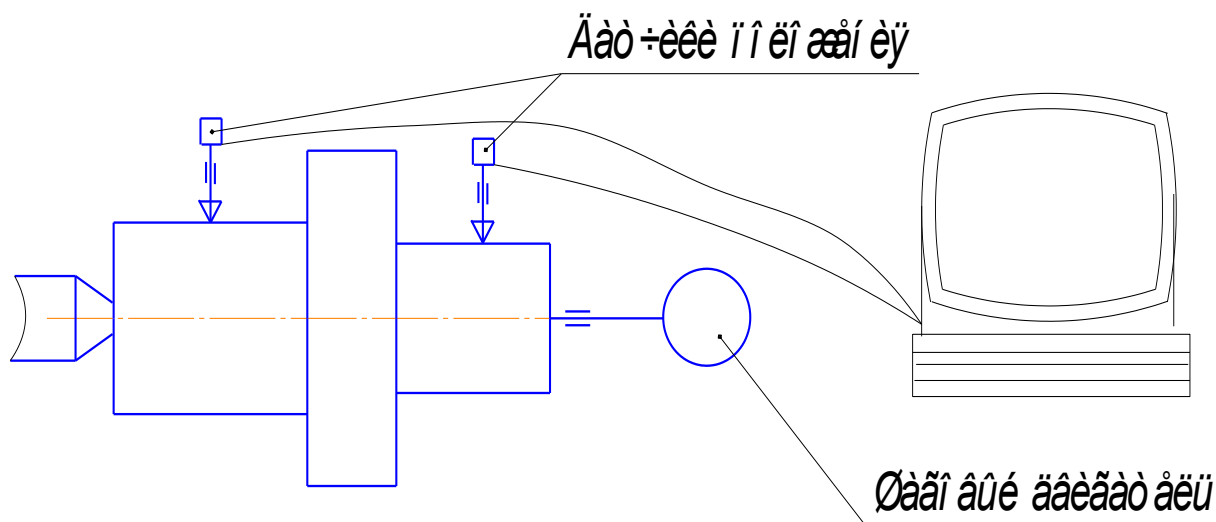


Рисунок 3.9 – Схема устройства для определения точных параметров.

Измерение может осуществляться в центрах. Одновременно измеряются сечение базовой и измеряемой поверхности. поворот осуществляется от шагового электродвигателя, который осуществляет тарированный поворот детали. После каждого поворота от датчиков положения фиксируются радиус-векторы проверяемых сечений. В результате определяется истинная форма каждого сечения (рисунок 3.9).

Для определения описанной окружности через каждые три точки сечения проводится окружность и проверяется является ли эта окружность охватывающей, т.е. не лежат ли точки сечения за пределами полученной окружности. Осуществив перебор точек сечения (по три), выбирается наименьший диаметр охватывающей окружности, которая и будет являться описанной окружностью для данного сечения. Для описанной окружности находятся координаты центра относительно оси поворота. Для определения данных параметров используются положения аналитической геометрии.

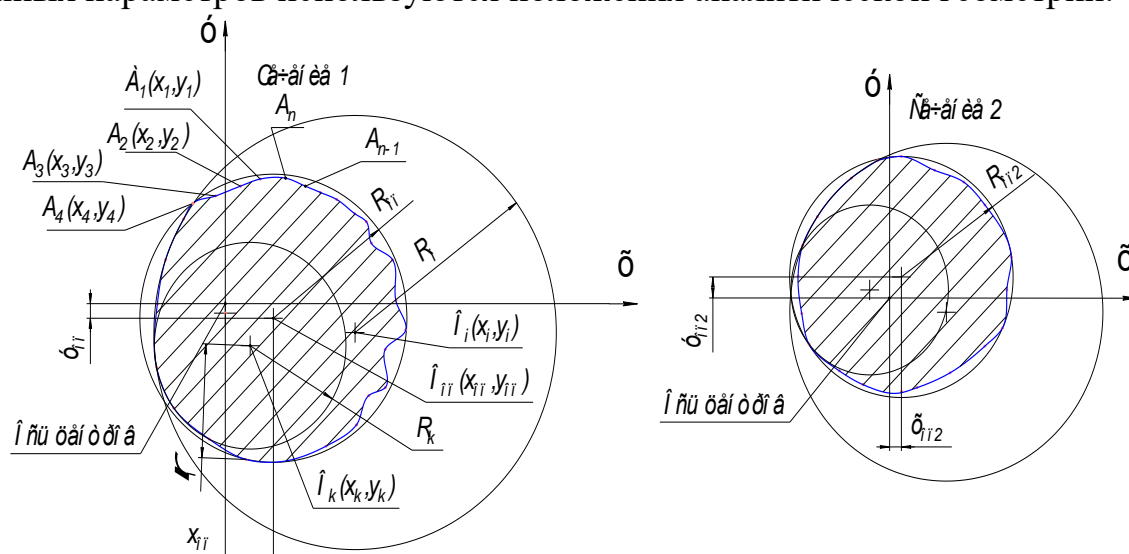


Рисунок 3.10– Расчетная схема для определения описанной окружности.

Общее уравнение окружности (1)

$$X^2 + y^2 + Ax + By + C = 0 \quad (1)$$

Когда известны точки, через которые проходит окружность: $A_1(x_1, y_1), A_2(x_2, y_2), A_3(x_3, y_3)$, то коэффициенты в уравнении (1) определяется из системы уравнений:

$$\begin{cases} Ax_1 + By_1 + C = x_1^2 + y_1^2 \\ Ax_2 + By_2 + C = x_2^2 + y_2^2 \\ Ax_3 + By_3 + C = x_3^2 + y_3^2 \end{cases}$$

Для вычисления коэффициентов A, B и C используем матричное исчисление
Определители системы:

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} = x_1 y_1 - x_1 y_3 + y_1 x_3 - y_1 x_2 + x_2 y_3 - x_3 y_2 =$$

$$= x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)$$

$$\Delta_A = \begin{vmatrix} (x_1^2 + y_1^2) & y_1 & 1 \\ (x_2^2 + y_2^2) & y_2 & 1 \\ (x_3^2 + y_3^2) & y_3 & 1 \end{vmatrix} = (x_1^2 + y_1^2)y_2 - (x_1^2 + y_1^2)y_3 + y_1(x_3^2 + y_3^2) -$$

$$- y_1(x_2^2 + y_2^2) + (x_2^2 + y_2^2)y_3 - (x_3^2 + y_3^2)y_2 = (x_1^2 + y_1^2)(y_2 - y_3) +$$

$$+ (x_2^2 + y_2^2)(y_3 - y_1) + (x_3^2 + y_3^2)(y_1 - y_2)$$

$$\Delta_B = \begin{vmatrix} x_1 & (x_1^2 + y_1^2) & 1 \\ x_2 & (x_2^2 + y_2^2) & 1 \\ x_3 & (x_3^2 + y_3^2) & 1 \end{vmatrix} = (x_1^2 + y_1^2)(x_3 - x_2) + (x_2^2 + y_2^2)(x_1 - x_2) + (x_3^2 + y_3^2)(x_3 - x_1)$$

$$\Delta_C = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & (x_1^2 + y_1^2) \\ x_2 & y_2 & (x_2^2 + y_2^2) \\ x_3 & y_3 & (x_3^2 + y_3^2) \end{vmatrix} = (x_1^2 + y_1^2)(x_2 y_3 - x_3 y_2) + (x_2^2 + y_2^2)(x_1 y_3 - x_3 y_1) +$$

$$+ (x_3^2 + y_3^2)(x_1 y_2 - x_2 y_1)$$

Вычислив определители можно вычислить требуемые значения неизвестных.

$$A = \frac{\Delta_A}{\Delta}; \quad B = \frac{\Delta_B}{\Delta}; \quad C = \frac{\Delta_C}{\Delta}$$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

По полученным данным определяется радиус полученной окружности

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 - 4C},$$

координаты центра полученной окружности

$$X_0 = -\frac{A}{2}; Y_0 = -\frac{B}{2}$$

После определения радиуса окружности проверяется – является ли полученная окружность охватывающей, то есть, не лежат ли точки профиля за пределами данной окружности. Для этого определяются радиус-вектора каждой точки относительно центра полученной окружности

$$\rho_i = \sqrt{(X_{A_i} - X_0)^2 + (Y_{A_i} - Y_0)^2}$$

Получена величина сравнивается с радиусом полученной окружности. Если хотя бы одна точка лежит за пределами окружности, т.е. $\rho_i > R$, то такая окружность не может является описанной и при дальнейших расчетах не учитывается. Если же все точки лежат внутри окружности, т.е она является охватывающей, то такая окружность принимается за описанную и ее параметры запоминаются:

$$R = R_{on}; x_0 = x_{on}; y_0 = y_{on}.$$

Затем следующие три точки и расчеты повторяются. В случае если следующая окружность является охватывающей, то радиус новой окружности сравнивается с описанной окружностью, полученной на ранних этапах.

Если радиус полученной окружности будет меньше радиуса описанной окружности, то его и принимают за радиус описанной окружности и запоминают координата центра. Проверив все сочетания точек определяется охватывающая окружность с наименьшим радиусом. Она и является описанной окружностью.

Аналогично определяются параметры описанной окружности для второго сечения R_{on2}, x_{02}, y_{02} .

При известных параметрах описанных окружностей определяется допуск соосности:

$$\Delta_{\oplus} = \sqrt{(x_i - x_{0(on)})^2 + (y_i - y_{0(on)})^2}$$

Полученные данные позволяют определить также допуск круглости, для чего для каждой точки определяется также радиус-вектора относительно центра

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

описанной окружности

$$\Delta_{KP} = R - \sqrt{(x_i - x_{0(on)})^2 + (y_i - y_{0(on)})^2}$$

При точном задании радиус-вектора начальной точки сечения можно определить и величину диаметра описанной окружности.

Таким образом предполагаемый прибор обеспечивает определение практически всех параметров сечений и их взаимное положение. Прибор не имеет погрешностей измерения (в частности отсутствуют погрешности базирования).

Комплексные результаты измерения выводятся на дисплей в конечном виде или в виде таблиц, графиков, диаграмм. На данном приборе могут быть измерены параметры точности эксцентричных и некруглых поверхностей.

3.3.2 Проектирование контрольного приспособления

Приспособление для контроля биения зубчатого венца, соосности диаметров 80,05 и , контроля перпендикулярности относительно общей оси детали и контроля шлицевого участка вала $D-8 \times 38h7 \times 32a11 \times 6h9$

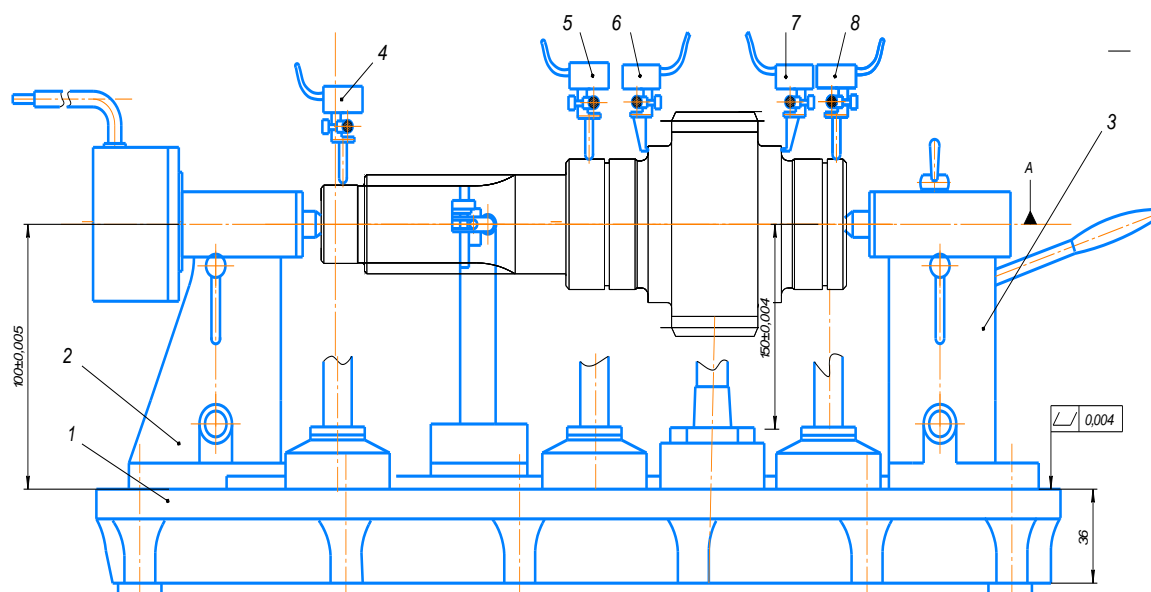


Рисунок 3.11– Контрольное приспособление

Принцип работы контрольного приспособления

Приспособление состоит из основания 1 с параллельными направляющими и с Т-образными пазы. На основании закреплена неподвижно передняя бабка с сервоприводом для обеспечения вращения вал-шестерни. На другом конце основания устанавливается подвижная задняя бабка. Для центрирования детали вал-шестерня бабки оснащены центрами. На основание устанавливаются стойки с датчиками для контроля радиального биения посадочных поверхностей диаметром 30h6 , 50k6, 50h6 и торцевого биения опорных поверхностей

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

диаметром 60мм и контроля биения наружного диаметра шлицевого участка вала диаметром 38h7.

В Т-образный паз установлена измерительная стойка со щупом в виде шарика рисунок 3.12 (размеры шариков выбираются по модулю зубчатого венца) и регистрирующими устройством, для контроля радиального биения зубчатого венца вал- шестерни.

Контроль радиального биения зубчатых венцов проверяется при введении во впадины зубьев специальных щупов , при повороте в пределах одного полного оборота.

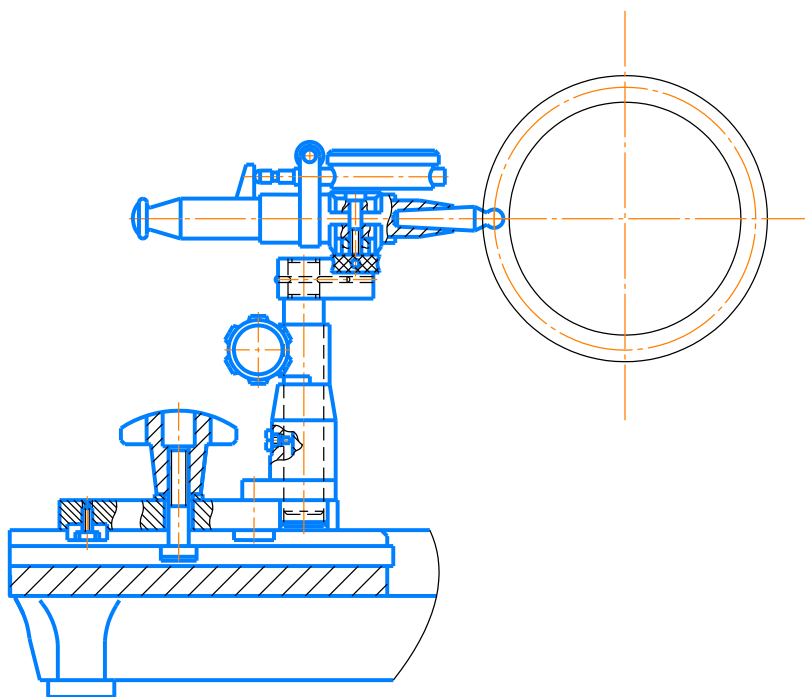


Рисунок 3.12 Стойка радиального биения зубчатого венца

Схема радиального биения (рисунок 3.13) зубчатого венца Биение определяется, положением измерительного наконечника во впадинах между двумя зубьями при соприкосновении его с боковыми поверхностями зубьев. Измерительный наконечник выполняется в виде шарика или усеченного конуса с углом при вершине, равным 2α и выбирается по модулю колес. В этом случае контакт наконечника с профилями зубьев будет происходить по точкам, соответствующим концам постоянных хорд .

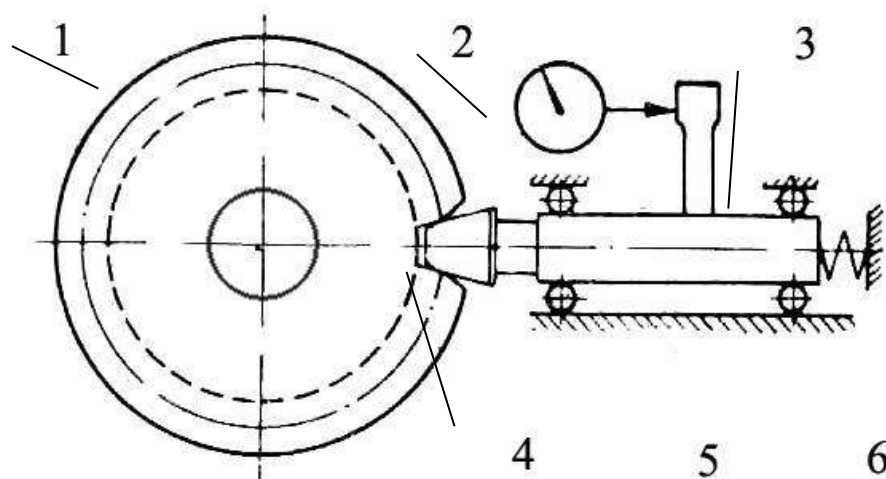


Рисунок 3.13.– Схема контроля радиального биения венца зубчатого колеса: 1 – проверяемое колесо, установленное на оправку ;
 2 – регистрирующее устройство радиального биения;
 3 – подвижные салазки;
 4 – измерительный щуп вводится во впадину колеса.

Данные колес смещения ролика в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Данные колес смещения ролика

Для колес без смещения диаметр ролика D в зависимости от m						
D	1,732	1,845	2,214	2,952	3,690	4,428
m	1	1,25	1,5	2	2,5	3

Контроль биения шлицевого участка вала диаметра 38h7 рисунок 3.14 производится при помощи закрепленного на стойке специального подвижного щупа поз.2 (рисунок 3.14)

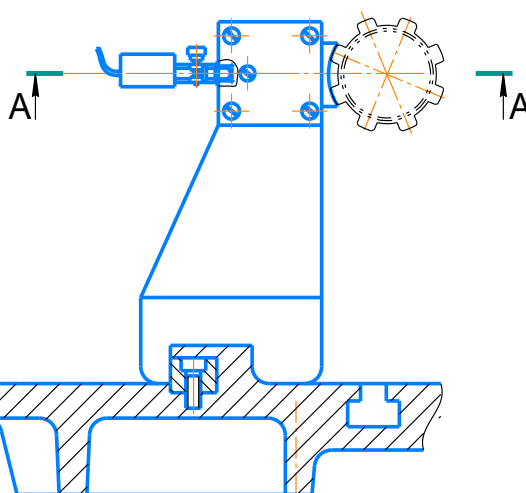


Рисунок 3.14 Контроль биения шлицевого участка вала диаметр38h7
 А-А

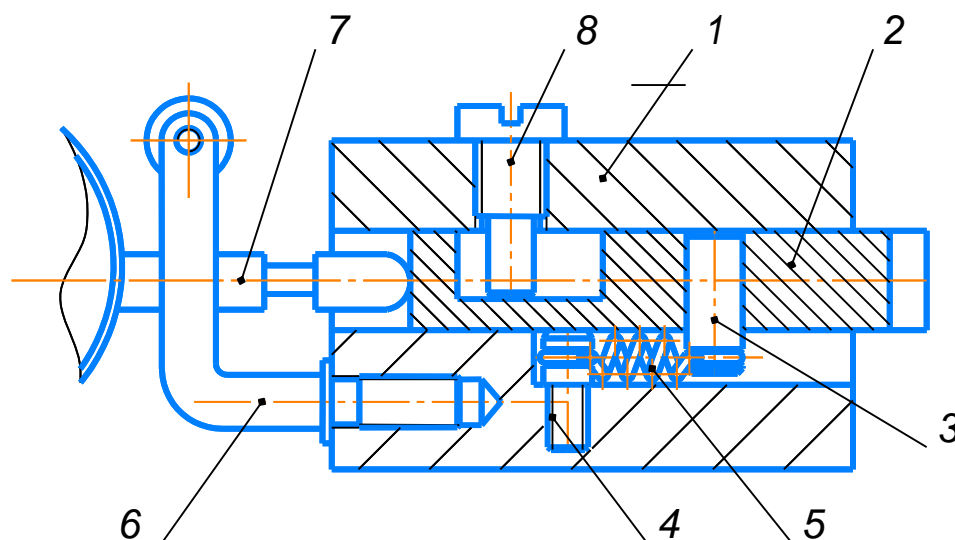


Рисунок 3.15 Фрагмент элемента контроля биения шлицев вала

3.3.2 Расчёт исполнительных размеров комплексного шлицевого калибра-кольца

Размеры и точность шлицевого участка вала

$$D-8 \times 38h7 \times 32a11 \times 6h9.$$

По ГОСТ 1139-80 и ГОСТ 25346-82 определяем верхние и нижние отклонения размеров шлицевого вала: $D-8 \times 38h7 \times 32a11 \times 6h9$

верхнее отклонение центрирующего диаметра $38 \text{ } es_D = 0$;

нижнее отклонение центрирующего диаметра $ei_D = -25$;

верхнее отклонение толщины шлица $6 \text{ } es_g = 0$;

нижнее отклонение толщины шлица $ei_g = -30$.

По таблице ГОСТ 7951-80 «Калибры для контроля шлицевых прямобоочных соединений. Допуски» или приложению:

$$Z_{1D} = 7; \quad H_{1D} = 4; \quad Y_{1D} = 13.$$

По таблице ГОСТ 7951-80 или приложению:

$$Z_{1g} = 10; \quad H_{1g} = 5; \quad Y_{1g} = 17,5$$

В соответствии с приложением для внутреннего диаметра калибра - кольца поле допуска Н8 отклоняется от размера $(d-0,1)=32-0,1=31,9$ мм.

По ГОСТ 25346 - 82 или приложению для поля допуска Н8 нижнее отклонение $EI = 0$, верхнее отклонение $ES = +39$.

Построение схемы расположения полей допусков размеров шлицевого вала и комплексного шлицевого калибра – кольца.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

96

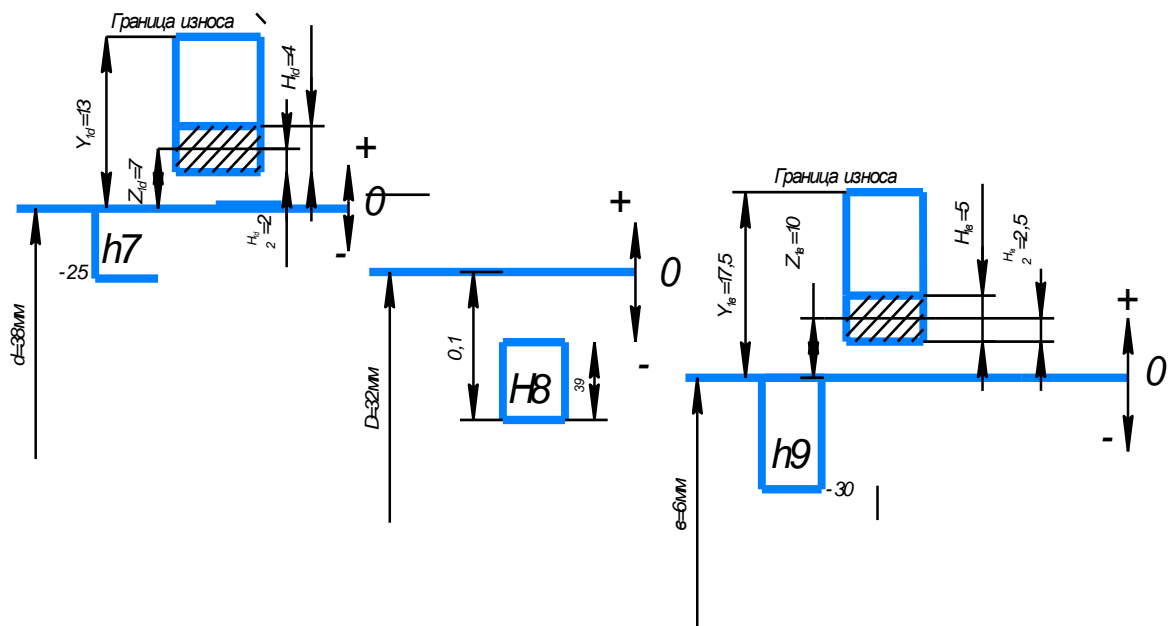


Рисунок 3.15– Схема расположения полей допусков калибра- кольца

Наименьший предельный наружный диаметр комплексного шлицевого калибра – кольца:

$$D_{\min k} = D_{\max} + Z_{1D} - \frac{H_{1D}}{2} = (38 - 0) + 0,007 - 0,002 = 38,005 \text{ мм}$$

Наименьший предельный размер ширины шлица комплексного шлицевого калибра – кольца :

$$e_{\min k} = e_{\max} + Z_{1e} - \frac{H_{1e}}{2} = 6 + 0,010 - 0,0025 = 6,0075 \text{ мм}$$

Наименьший предельный размер внутреннего диаметра комплексного шлицевого калибра – кольца:

$$d_{\max k} = d - 0,1 = 32 - 0,1 = 31,9 \text{ мм}$$

Исполнительные размеры комплексного шлицевого калибра – кольца:

Наружный диаметр $38,005^{(+0,004)}$;

Внутренний диаметр $31,9 \text{ H}8^{(+0,039)}$

Ширина шлица $6,0075^{(+0,005)}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

97

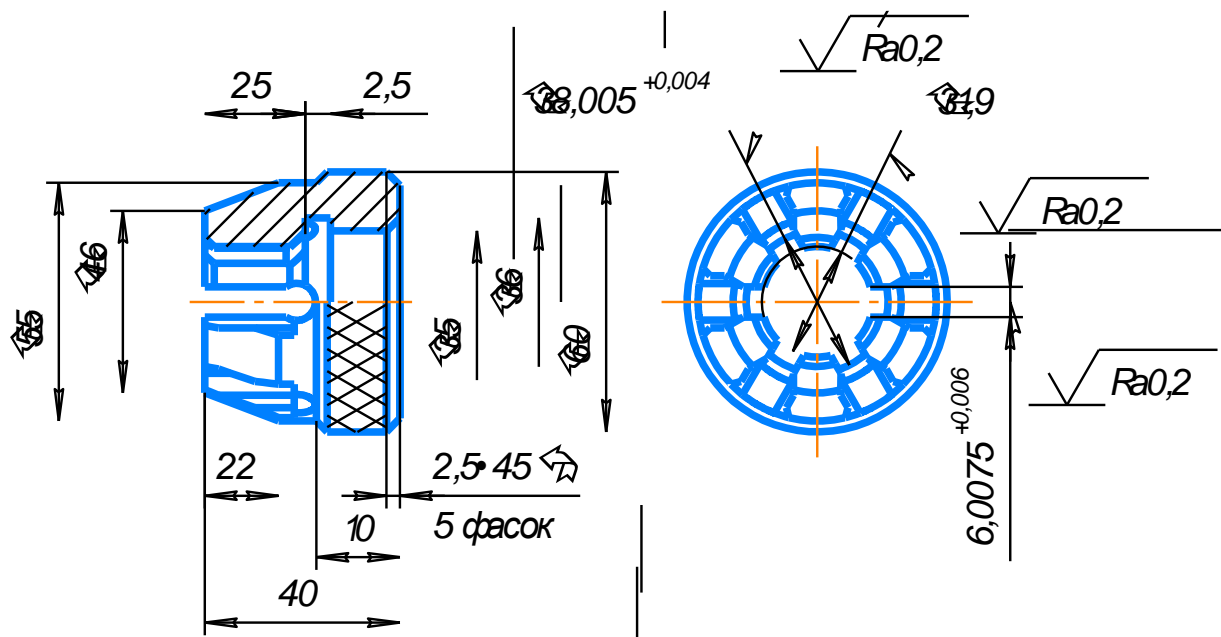


Рисунок 3.16 – Калибр- кольцо шлицевый

Размеры изношенного шлицевого калибра – кольца:

наружный диаметр $D_{\text{кизн}} = D_{\text{max}} + Y_{1D} = 38 + 0,013 = 38,013 \text{ мм}$;

ширина паза $b_{\text{кизн}} = b_{\text{max}} + Y_{1b} = 6 + 0,0175 = 6,0175 \text{ мм}$.

Чертёж комплексного калибра оформляется по всем требованиям ГОСТов ЕСКД.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

98

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Описание планировки участка

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

В качестве оборудования для доставки заготовок до места обработки и до складов будут использоваться электротележки, которые просты в управлении и бесшумны. Грузоподъемный кран, установленный на тележке, позволяет снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ. Их выгодно использовать в нашем случае, т.к. программа выпуска небольшая, а вес изделия не превышает 20 кг. Грузоподъемность тележки 0,75 т.

В качестве оборудования для перемещения заготовок от одного станка к другому используется цеховой робокар. Такой робокар наиболее рационально использовать вследствие его невысокой стоимости, простоты конструкции, а также небольшого веса обрабатываемой детали. На робокаре могут располагаться паллеты, на которые можно помещать заготовки.

Накопители в поточном производстве потребуются только для выгрузки заготовок у первого станка и в конце обработки у последнего станка. Для этого используется тара кассетного типа (ящичные поддоны). В этой же таре заготовки и готовые изделия будут поступать со складов и на склады с помощью электротележек. Кассеты с заготовками или деталями грузим на тележки с помощью простейших напольных роботов, которые устанавливаются у первого и последнего станка (грузоподъемность робота до 200 кг; по 12 деталей в партии).

Пустая тара после обработки всех деталей партии будет поступать обратно на стеллажи. Загрузка и выгрузка деталей со станков и на станки будет осуществляться также напольными роботами с грузоподъемностью до 200 кг. Т.е. всего в цехе будет применяться 3 напольных робота, 3 – у каждого станка и еще 2 для загрузки и выгрузки деталей с тележки и на тележку.

Площадь складочных площадок:

$$S_{cc} = \frac{m_{\Sigma} t}{D \cdot q \cdot K_u}; \quad (4.1)$$

где: $m_{\Sigma} = 1,1 \cdot 10000 \text{ шт} = 1 \text{ т.};$

$t_3 = 12$ суток (нормативный запас хранения грузов для средних заготовок при среднесерийном производстве);

D – число календарных дней в году ($D=365$ дней);

$m_{\Sigma} = 0,9 \cdot 10000 \text{ шт} = 9 \text{ т.};$

$t_2 = 15$ суток (для средних деталей в среднесерийном производстве);

q – средняя грузонапряженность площади склада $\text{т} / \text{м}^2$;

Для среднесерийного производства:

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

$q_3 = 2,8 \text{ м} / \text{м}^2$ (для хранения в стеллажах высотой до 2,5-4м.);

$q_2 = 1,8 \text{ м} / \text{м}^2$;

K_u – коэффициент использования площади ($K_u=0,25$ – при обслуживании электропогрузчиком).

Площадь склада заготовок:

$$S_{ck_3} = \frac{11 \cdot 12}{365 \cdot 2,8 \cdot 0,25} = 0,52 \text{ м}^2 \approx 0,6 \text{ м}^2.$$

Площадь склада готовых изделий:

$$S_{ck_2} = \frac{9 \cdot 15}{365 \cdot 1,8 \cdot 0,25} = 0,82 \text{ м}^2 \approx 0,9 \text{ м}^2.$$

Число кладовщиков, обслуживающих склады:

- склад заготовок в среднесерийном производстве:

1 человек на 135 станков.

- склад готовых деталей:

1 человек на 80 производственных рабочих или станков.

В качестве оборудования для складов применяется электропогрузчик, т.к. программа выпуска небольшая и нет смысла использовать высокие стеллажные конструкции с применением кранов-штабелеров.

Число секций стеллажа:

$$S_{cc} = \frac{\sum Z_{\pi}}{Z}; \quad (2)$$

где: Z – число единиц тары, размещаемой в одной секции выбранного типа стеллажа.

Z_{π} - число поддонов для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок и деталей:

$$Z_{\pi} = \frac{Q_i}{C_{\pi}}; \quad (3)$$

где: C_{π} - средняя вместимость тары выбранного типа;

Q_i – запас хранения по каждой группе заготовок.

$$Q_i = \frac{m_i \cdot t_i}{365}; \quad (4)$$

где: m_i – масса поступающих за год деталей и заготовок;

t_i – запас хранения (дни).

Стеллажи являются клеточного типа каркасные по ГОСТ 14757-81.

$$m_3 = 11000 \text{ кг}; \quad t_3 = 12 \text{ суток};$$

$$m_2 = 9000 \text{ кг}; \quad t_2 = 15 \text{ суток};$$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

$$Q_3 = \frac{11000 \cdot 12}{365} = 361 \text{ кг};$$

$$Q_2 = \frac{9000 \cdot 15}{365} = 369 \text{ кг}.$$

$C_{т1} = 12$ деталей или заготовок.

$$Z_{mm} = \frac{361}{12} = 30;$$

$$Z_{mm} = \frac{369}{12} = 30,7;$$

$$Z_{смс} = \frac{30}{9} = 3,3 = 4; \quad Z = 9 \text{ шт}$$

$$Z_{сст} = \frac{30,7}{9} = 3,4 = 4 \text{ - секций в стеллажах.}$$

Склад готовых деталей: $S_{ск} = 0,9 \text{ м}^2$.

Тара та же.

$Z_p = 1 \cdot 4 = 4$ секции.

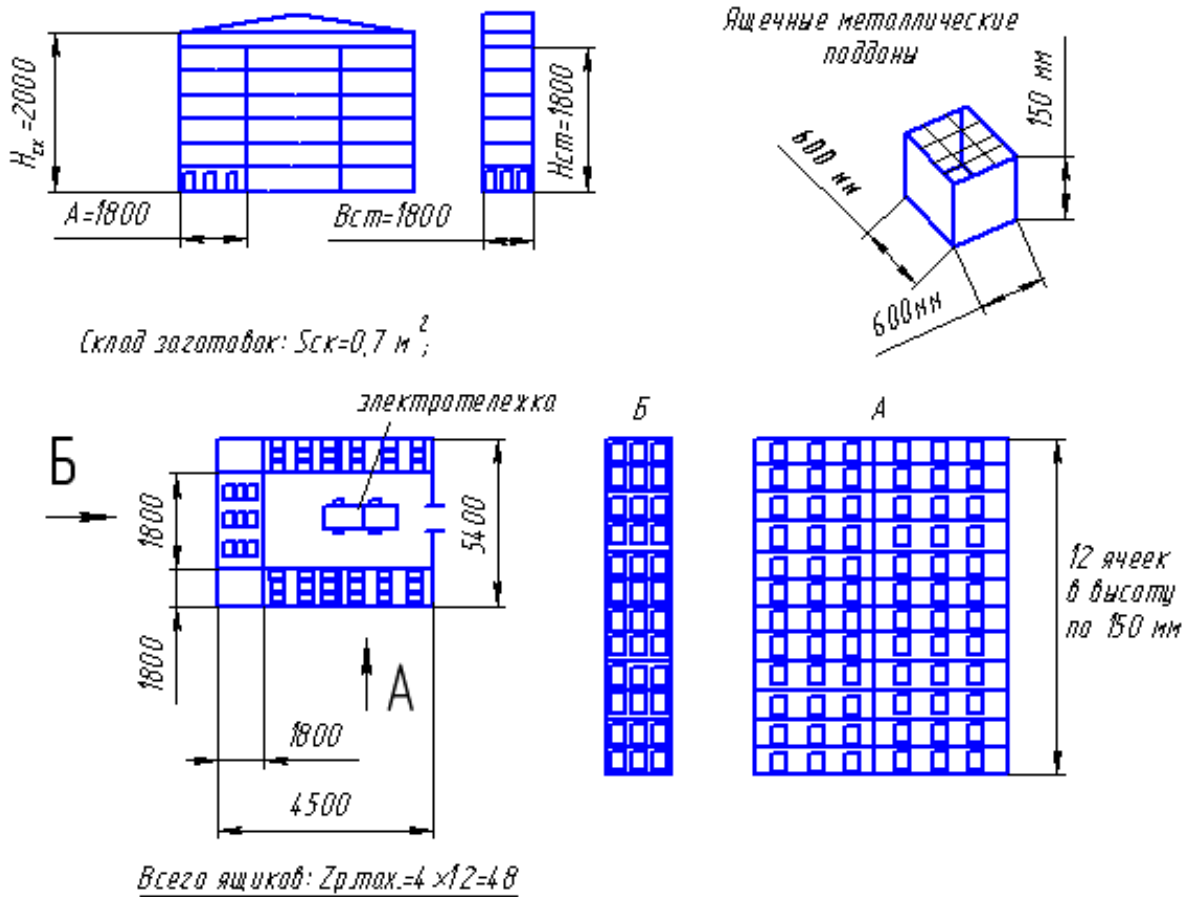


Рисунок 4.1 – Стеллажи клеточного типа

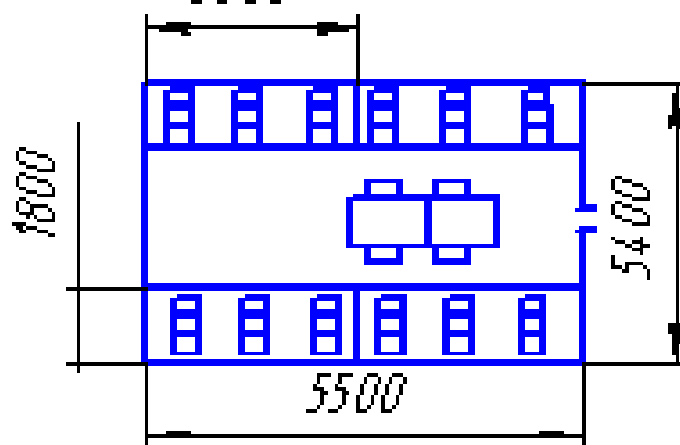
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

101

Склад готовых изделий: $S_{ск} = 0,9 \text{ м}^2$
3600



Всего ящиков: $Z_{р.ток} = 4 \times 12 = 48$

Рисунок 4.1 – Стеллажи клеточного типа(продолжение)

Т.к. в нашем случае склад будет иметь децентрализованную систему, то их размещение на территории цеха будет следующее:

В начале линии механической обработки предусматривается склад заготовок. Он состоит из одного помещения, т.к. заготовки имеют одинаковую конфигурацию и материал. Для хранения готовых изделий в структуре цеха предусматривается склад готовых изделий.

Т.к. заготовками являются изделия из стали 40Х, то образуются сливная стружка. Она достаточно хорошо удаляется из зоны резания и хорошо транспортируется за пределы станка. Поэтому стружколомающие устройства не понадобятся.

Т.к. программа выпуска в поточном производстве небольшое и цех обслуживает всего 3 станков, то для удаление стружки мы будем применять ручные тележки, т.к установка какого-либо конвейера будет экономически нецелесообразна.

Для переработки стружки принимается следующая последовательность технологических операции:

Для сырой стружки сплава стали 40Х (т.к. будет подаваться СОЖ):

- грохочение;
- обезжиривание;
- брикетирование.

Система переработки стружки у нас будет централизованная, т.к выход стружки невелик, не более 1 тн/г.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

Для обезжиривания стружки применяются центрифуги периодического действия .

До помещения в центрифугу стружка промывается в горячей воде для удаления грязи в моечной машине, а затем стружка сушится в сушильном барабане при $t = 300 \dots 350 \text{ C}^\circ$.

При укрупненном проектировании площадь участка сбора и переработки стружки принимается:

$$S_c = (0,03 \dots 0,4) S_{\text{пр}}$$

где $S_{\text{пр}}$ – производственная площадь цеха, м^2

Производственную площадь цеха принимаем по предварительной компоновке:

$$L = 2200 + 3 \times 4000 + 4,000 = 18,2 \text{ м.}$$

$$B = 2500 + 2,500 \times 2 + 1,500 \times 2 + 0,500 = 11 \text{ м.}$$

$$S_{\text{пр.}} = L \times B = 200 \text{ м}^2.$$

$$S_c = (0,03 \dots 0,4) \times 200 \text{ м}^2 = 20 \text{ м}^2.$$

Проектирование подсистемы СОЖ.

В небольших цехах применяют децентрализованную систему снабжения станков СОЖ. СОЖ доставляют к станкам в таре и также удаляют.

Потребность СОЖ:

Для станков до 25 т: при односменном режиме работы:

Ежесуточный долив СОЖ:

- на масляной основе - 3 кг;

- на водной основе - 4,5 кг.

Нормы ежесуточного долива СОЖ в % в зависимости от емкости системы охлаждения станка:

До 50 литров емкости: при односменном режиме работы:

СОЖ на масляной основе: 4%;

СОЖ на водной основе: 6%.

Средние сроки замены СОЖ: в месяцах:

СОЖ на водной основе: 1 раз;

СОЖ на масляной основе: 6 раз

Для автоматизации производства на комплексной операции для установки полуфабриката на станок используется промышленный робот.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

4.1.1 Выбор робота

Робот промышленный KUKA CYBERTECH KR, в соответствии с рисунком 4.2

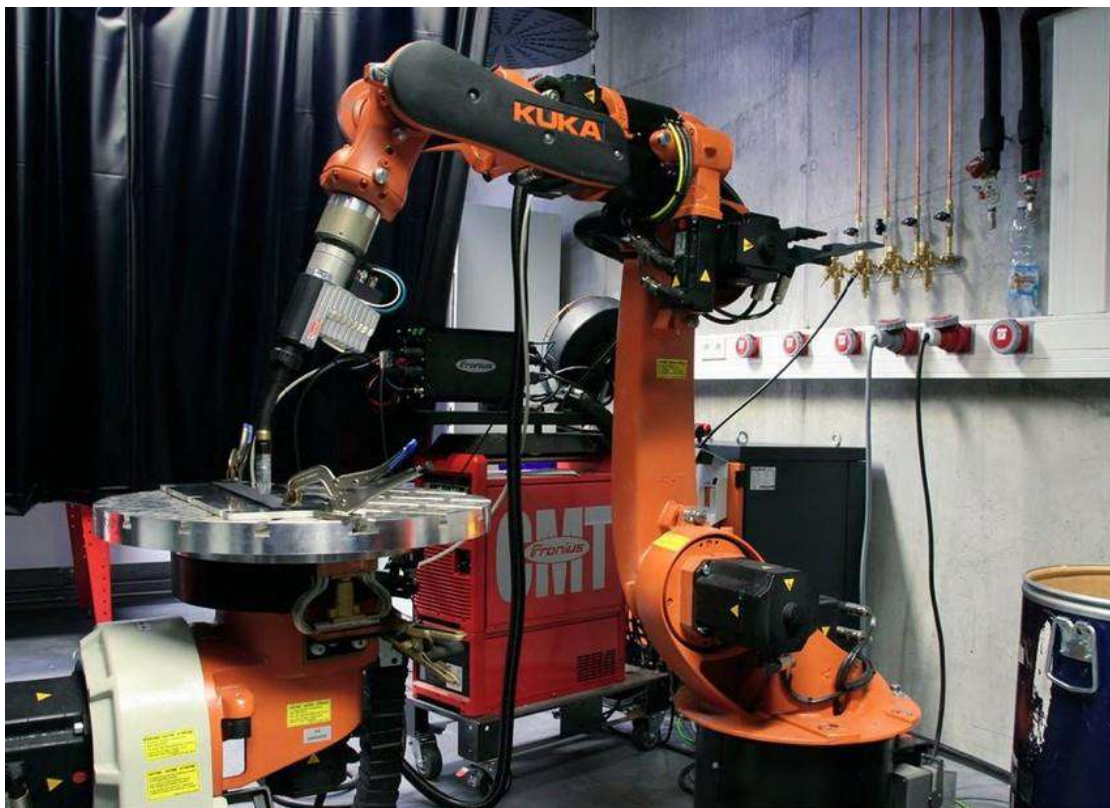


Рисунок 4.2 –Робот манипулятор KR CYBERTECH «KUKA-5 arc»

Промышленный робот «KUKA-5 arc» представляет собой комплекс, состоящий из манипулятора и устройства программного управления, соединенные между собой кабелями.

Манипулятор «KUKA-5 arc» сконструирован таким образом, чтобы минимизировать время транспортировки деталей к месту обработки. Подробный анализ процессов транспортирования деталей показал, что наиболее эффективные траектории движения рабочего органа робота для этих операций могут быть получены в случае комбинации двух цилиндрических координатных систем.

Промышленный робот «KUKA-5 arc» работает в двойной цилиндрической системе координат и имеет одну руку при четырех степенях подвижности. Это позволяет ему совершать разнообразные движения в шести различных направлениях

- горизонтальное линейное перемещение (ось X),
- вертикальная ротация (ось A),
- вертикальное линейное перемещение (ось Z),
- горизонтальная ротация (ось C),
- вращение плеча (ось B),
- ротация кисти (ось α).

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

- Быстрота и точность - Промышленные роботы серии KR CYBERTECH могут достигать необычайно высокой скорости при выполнении рабочих процессов, сохраняя при этом ту же точность

- Широкий ассортимент - Роботы серии KR CYBERTECH подходят для выполнения обработки, манипулирования большими деталями, монтажа, укладки на палеты и сварки в среде защитного газа. Планируется выпустить также различные специальные варианты исполнения

- Гибкость в установке - Для надежного планирования и низких затрат при создании ячеек: вы можете устанавливать роботов на полу, стене, потолке или даже под определенным углом. Техническая характеристика в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Технические характеристики

Полезная нагрузка, кг	8
Макс. радиус действия, мм	2013
Повторяемость позиционирования (ISO 9283), мм	± 0,04
Количество осей	6
Конструкция	Standard
Вариант исполнения в зависимости от окружающей среды	Standard
Монтажное(ые) положение(я)	Любое
Степень защиты кисти промышленного робота	IP65
Температура окружающей среды при эксплуатации, °C	от +5 до +55
Площадь установки, мм	430,5 x 370
Вес, кг	260
Система управления	KR C4
Пульт управления	KUKA smartPAD-2

Диапазон рабочей зоны в соответствии с рисунком 4.3.

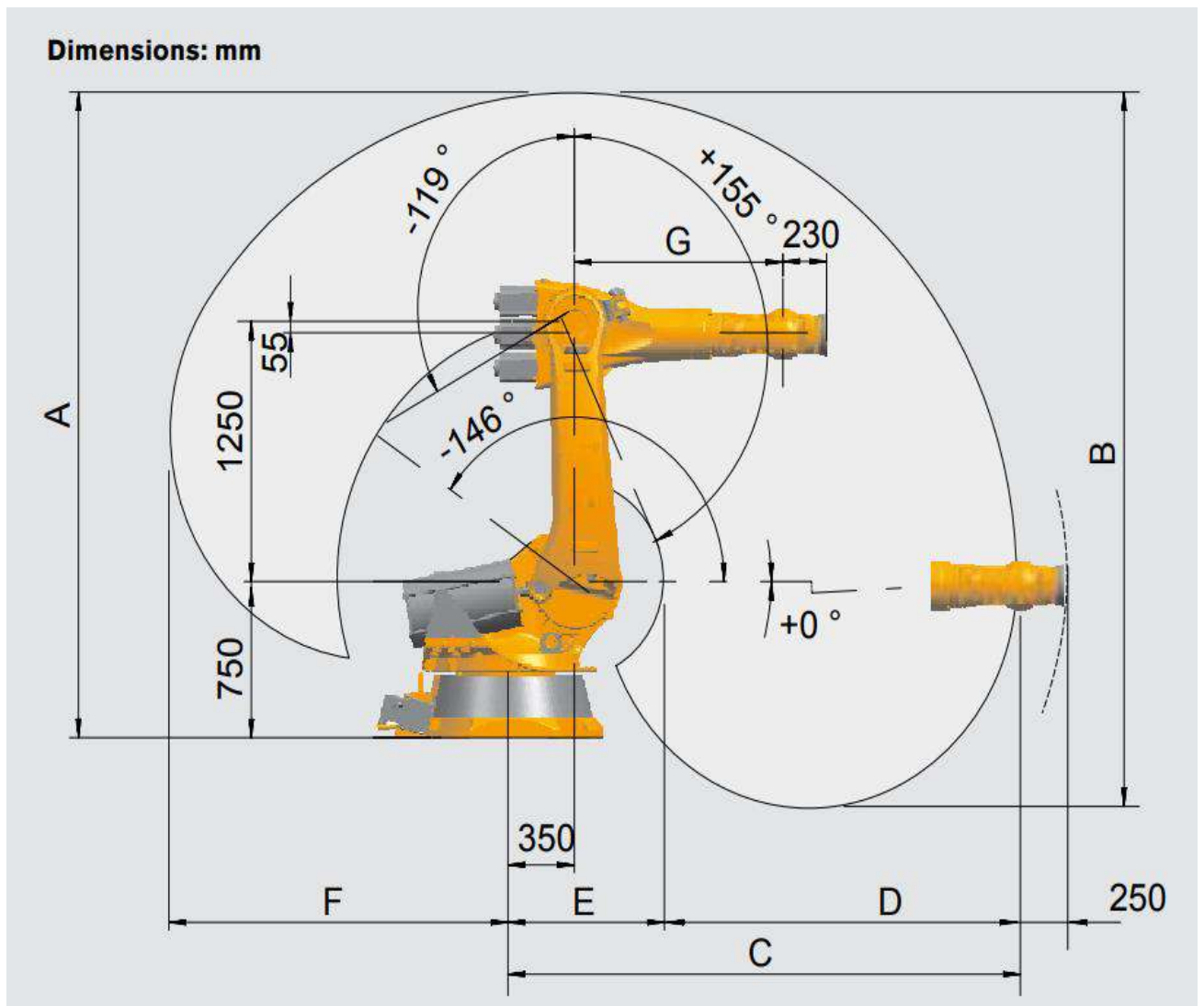


Рисунок 4.3. Диапазон рабочей зоны робота

4.1.2 Выбор и расчет схвата

Данный схват имеет две губки 3, (рисунок 4.4) зажим и разжим которых осуществляется за счет осевого движения поршня 2 связанного с толкателем 4 на конце которого закреплена зубчатая рейка 5, при перемещении поршня река толкателя поворачивает губки 3, у которых радиусная поверхность выполнена в виде зубчатого сектора. поступательное перемещение рейки толкателя преобразуется во поворотное движение зажимных губок. На губках закреплены плоские пружины 6. Тарированные пружины обеспечивают необходимое усилие для зажима и удержания заготовок при загрузке в станочное приспособление. Схват снабжен датчиками для обеспечения условий работы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

106

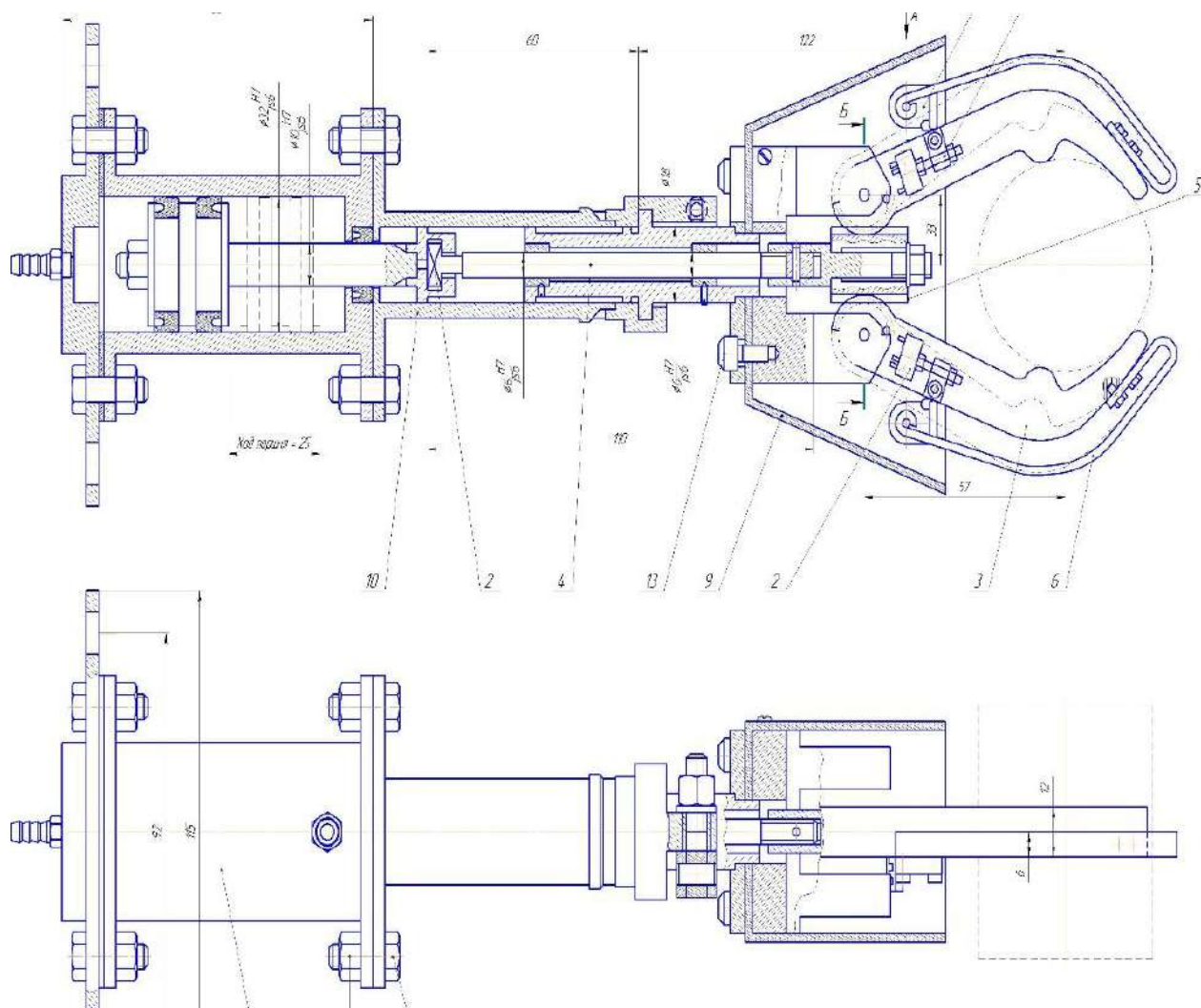


Рисунок 4.4. Схват для загрузки заготовки в рабочую зону станка

Порядок построения профиля губок схвата:

$$OA = R = d_{\max} = 90 \text{ мм};$$

$$CB = CD; \angle \alpha = 30;$$

$$\angle ABO = \angle ACB = \angle ACD = 90;$$

$$h = 6 \text{ м};$$

$$r_1 = R \sin \alpha - r_{\text{ср}} = 18 \text{ мм};$$

$$r_2 = R \sin \alpha + r_{\text{ср}} = 90 \text{ мм}$$

$$r_3 = \frac{m(z+2)}{2} = 19 \text{ мм}$$

Данная схема реечно-рычажного типа обеспечивает поступательное перемещение губок, широкий диапазон захватываемых диаметров заготовок и точное центрирование. Профиль губок схвата в соответствии с рисунком 4.5

Определение необходимого усилия для удержания транспортируемой детали, считая, что удержание детали происходит за счет сил трения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

107

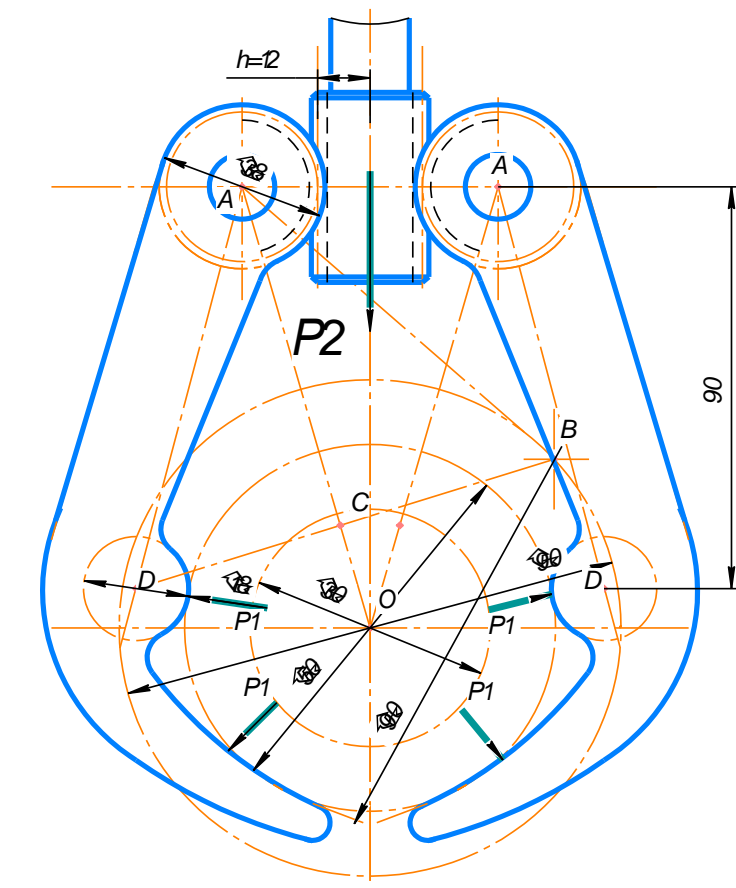


Рисунок 4.5 – Схват для загрузки заготовки

Исходные данные:

- транспортируемая деталь круглая заготовка максимальный диаметр 85мм; Диаметр для захвата 50мм
- масса детали – 3,7 кг; масса заготовки : 5,05 кг
- принятое максимальное ускорение при переносе детали, $a = 5 \text{ м/с}^2$;
- принятая схема схвата (реечно-рычажного типа)

Данная схема реечно-рычажного типа обеспечивает поступательное перемещение губок, широкий диапазон захватываемых диаметров заготовок и точное центрирование.

Определение потребного усилия для удержания транспортируемой детали, считая что удержание детали происходит за счет сил трения.

$$P = m(g + a)K_1 K_2,$$

где m – масса удерживаемой заготовки, кг;

g – ускорение силы тяжести ($9,8 \text{ м/с}^2$);

a – ускорение центра масс при транспортировке, м/с^2 ;

K_1 - коэффициент, зависящий от формы губок схвата, положения детали по отношению к губкам схвата и направления действия силы тяжести.

Значения коэффициента выбирают из прилагаемой таблицы;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР

Лист

108

$K_2 = 1,5-2,0$ – коэффициент запаса.

В процессе транспортировки деталь может принимать положение 3 или 4 (см. табл. 1). Приняв значение коэффициента трения $f = 0,24$

$K_2 = 1,5$ определим требуемое усилие удержания P_1

$$P_1 = \frac{m(g + a) \sin 45}{2 \cdot f} K_2$$
$$P_1 = \frac{5,05(9,8 + 5) 0,707}{2 \cdot 0,24} 2 = 220,2 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{4P_1 l}{D} \cos \theta$$
$$P_2 = \frac{4 \cdot 220,2 \cdot 90}{50} 0,9 = 1426,8 \text{ Н}$$

Из конструктивных соображений принимаем $l = 90$ мм.

Угол θ определим из величины максимального перемещения губок

$$S = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} + \Delta$$
$$S = \frac{90 - 30}{2} + 20 = 50 + \Delta$$

где D_{\max} – максимальный диаметр детали, мм;

D_{\min} – минимальный диаметр детали, мм;

Δ – дополнительный ход губок для выхода губок от поверхности детали.

$$\theta = \arcsin \frac{S}{l} = \arcsin \frac{50}{90} = 2548'$$

Усилие привода P_2 для принятой схемы схвата согласно приложению Радиус зубчатого сектора R определяем из расчета зубчато-реечной передачи на выносливость по изгибу:

$$m = 14^3 \sqrt{\frac{Y_F K_{F\beta} T}{Z^2 \psi_{\text{вд}} \sigma_{FP}}}$$

$$m = 14^3 \sqrt{\frac{4,3 \cdot 1,08 \cdot 19,8}{17^2 \cdot 0,6 \cdot 320}} = 1,65 \text{ мм}$$

где $Z = 17$ – число зубьев;

$Y_F = 4,3$ – коэффициент формы зуба [13, табл. 6, 7];

$\psi_{\text{вд}} = 0,6$ – коэффициент ширины венца;

$K_{F\beta} = 1,08$ – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки по ширине венца;

$\sigma_{FP} = 320$ Мпа – допускаемое напряжение при расчете на изгибную прочность (принимаем сталь 40X с закалкой ТВЧ

($K_{FL} = 1$) [13, табл. 6.5];

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

$T = 220,2 \cdot 0,090 = 19,8 \text{ Нм}$ – крутящий момент, передаваемый реечным колесом.

Принимаем $m = 2,0 \text{ мм}$.

При этом радиус зубчатого сектора

$$R = mz/2 = 2,0 \cdot 17/2 = 17 \text{ мм}.$$

Зная параметры зубчатого сектора рассчитываем требуемое усилие привода

$$P_2 = \frac{4 \cdot 220,2 \cdot 90}{34} 0,9 = 2098,3 \text{ Н}$$

Определим необходимый диаметр гидроцилиндра привода схвата

$$d = \sqrt{\frac{4P_2}{P\pi}},$$

где P – давление масла в гидросистеме, МПа. Принимаем $P = 2,5 \text{ МПа}$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2098,3}{2,5 \cdot 3,14}} = 31 \text{ мм}$$

Принимаем стандартное значение диаметра гидроцилиндра

$$d = 32 \text{ мм}.$$

Из конструктивных соображений принимаем расстояние между шарнирами в рычагах $c = 50 \text{ мм}$.

Тогда усилие, действующее на шарниры,

$$F_{\text{ш}} = \frac{P_1 l}{c} = \frac{220,2 \cdot 90}{50} = 396,3 \text{ Н}$$

Диаметр шарниров выбираем из расчета на срез

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{ш}}}{\pi[\tau_{\text{ср}}]}}$$

где $[\tau_{\text{ср}}] = 20 \text{ МПа}$ – допускаемое напряжение среза для стали 45

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 396,3}{3,14 \cdot 20}} = 5,02 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\text{ш}} = 8 \text{ мм}$.

Проверяем шарниры на смятие, задаваясь допускаемым напряжением на смятие для стали 45 $[\sigma_{\text{см}}] = 50 \text{ МПа}$

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

$$\sigma_{с.м} = \frac{F_{ш}}{\pi d_{ш} b},$$

где $b = 20$ мм – принятая ширина шарнира

$$\sigma_{с.м} = \frac{2 \cdot 396,3}{3,14 \cdot 8 \cdot 20} = 1,6 \text{ МПа} < 50 \text{ МПа}$$

Таким образом, для данного схвата принимаем модуль зубчато-реечной передачи $m = 2$ мм, радиус делительной окружности $R = 34$ мм, диаметр гидроцилиндра привода схвата $d = 32$ мм, диаметр шарниров в рычагах $d_{ш} = 8$ мм.

Робототехнический комплекс использует напольный промышленный робот (рисунок 4.6).

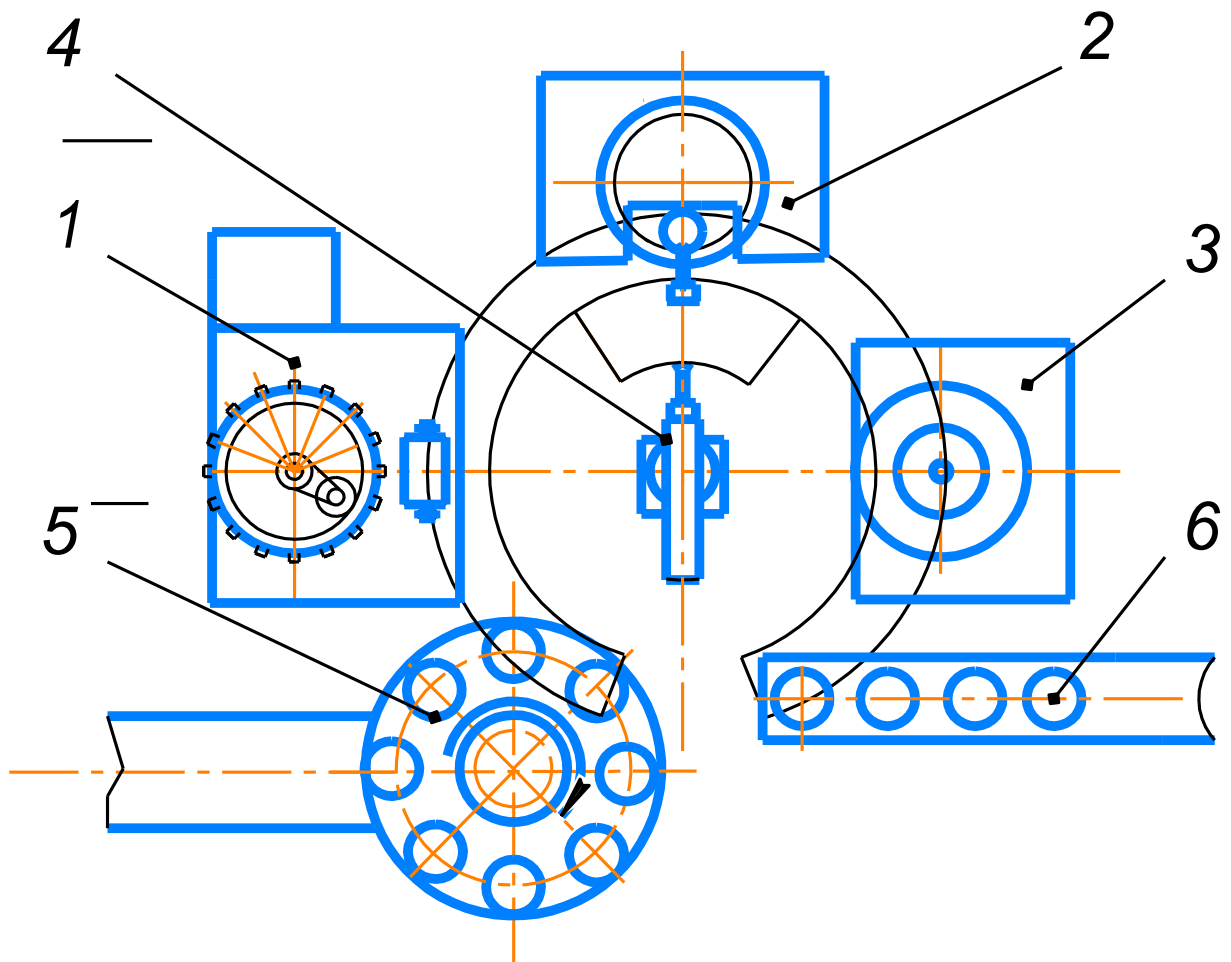


Рисунок 4.6 – Схема оборудования с многопозиционным накопителем:

- 1- Токарнофрезерный обрабатывающий центр HYPERTURN 65;
- 2 – Зубофрезерный станок HGH-180 ;
- 3 - Швинговальный станок 2-732 CNC,
- 4 - Напольный робот, 5,6 - Накопители заготовок и готовых деталей.

4.2. Описание мероприятий по охране труда

4.2.1 Противопожарные мероприятия

Опасными факторами пожара являются: повышенная температура воздуха и предметов; открытый огонь и искры; токсичные продукты горения; дым; взрывы; повреждения и разрушения зданий и сооружения.

Пожары на участке возможны по следующим причинам:

–металлообработка связана с применением масел, масло используется для смазки станков и в гидроприводах;

–недостатки в эксплуатации технологического оборудования, системы электроснабжения, освещения, вентиляции, отопления главным образом из-за нарушения графиков их обслуживания и ремонта, это может привести к перегрузке оборудования и короткому замыканию в сетях электроэнергии;

–возможные нарушения требований пожарной безопасности на участке, связанные с курением в не установленных местах, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки, неудовлетворительное состояние промасленной ветоши, несвоевременной уборкой пролитого масла.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. В данном производстве применяют, первичные средства пожаротушения (огнетушители, асбестовые волокна, ящики с флюсом или песком, емкости с огнетушащими порошками), установки локального пожаротушения.

Огнетушители порошковые. ОП – 5(б) – АВСЕ – 03 (Ш) по ГОСТ Р 51057–2001–порошковый огнетушитель, имеет объем заряда 5 кг ОТВ, оснащенного баллоном высокого давления, используемым для создания избыточного давления вытесняющего газа в корпусе огнетушителя, предназначенного для тушения пожаров твердых (пожар класса А), жидких (пожар класса В) и газообразных горючих веществ (пожар класса С), а также электрооборудования, находящегося под напряжением (пожар класса Е).

Огнетушители пенные. ОВП – 10(з) – АВ – 01 (УгПАВ) по ГОСТ Р 51057–2001– воздушно-пенный огнетушитель, имеет объем заряда ОТВ – 10 л, закачного, предназначенного для тушения пожаров твердых (пожар класса А) и жидких горючих веществ (пожар класса В), модели 01, с углеводородным зарядом: Имеют широкую область применения, исключение составляет случаи, когда пена может послужить проводником электрического тока. Пена, являющаяся огнетушащим средством в огнетушителях данного вида, образуется из водных растворов щелочей и кислот.

Для того чтобы предотвратить возникновение пожара в цехе, необходимо соблюдать правила хранения легковоспламеняющихся материалов. В конце смены, после уборки рабочего места, все обтирочные материалы убираются в специально отведенные для этого металлические ящики. Электродвигатель и местное освещение отключают. Нельзя самостоятельно устранять неполадки электрооборудования.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

В случае возникновения пожара следует немедленно отключить электрооборудование, вызвать пожарных и принять меры по тушению пожара песком, огнетушителем и другими средствами.

4.2.2 Промышленная санитария

Для увеличения освещенности и обеспечения чистоты рабочих мест и помещения рекомендуется станки, тумбочки, тару для деталей и отходов окрашивать в светлые тона.

Рациональная организация рабочего места включает мероприятия, уменьшающие шум, так как он повышает утомляемость рабочих и снижает производительность труда. С целью снижения утомляемости проводят профилактическую гимнастику.

Температура, влажность и чистота воздуха в производственном помещении должны отвечать санитарным нормам и создавать нормальные условия для работы (ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ – Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоне).

Культура производства в значительной степени определяется правильной организацией работ по обеспечению чистоты помещений.

4.2.3 Электробезопасность

Опасность поражения электрическим током зависит:

- 1) От правильности эксплуатации оборудования.
- 2) От окружающей среды.
- 3) От квалификации персонала.

Характер действия электрического тока в зависимости от его величины приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2– Действие электрического тока на организм человека

Действующий ток	Величина тока, А		Характер действия
	Переменный, 50Гц	Постоянный	
Пороговый осязаемый	0,6–1,5	6–7	Вызывает ощущение раздражения
Пороговый неосязаемый	10–15	50–70	Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть
Пороговый фибрилляционный	100	300	Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока более чем 5 секунд может произойти остановка сердца

Меры защиты от воздействия электрического тока:

									15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						113

– изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;

– применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;

– зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты в следствии короткого однофазного замыкания;

– заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;

– обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;

– привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж.

Для снабжения электродвигателя станка используется ток напряжением 220 В (ГОСТ 12.1.002–84 – Электростатическое поле промышленной частоты. Допустимые уровни напряжения и требования к проведению контроля на рабочем месте). Ток такого напряжения может явиться причиной травм. Опасность поражения током возникает в тех случаях, когда нарушена изоляция электрической части станка.

Во избежание поражения током рабочий станок заземлен. Рабочий должен строго соблюдать правила пуска и останова электродвигателя.

Общие меры безопасности:

1) организационные меры – инструктаж, применение защитных средств, профессиональный подбор кадров;

2) профилактические меры – изоляция, ограждение оборудования, изолирующие материалы;

3) защитные ограничения.

4.2.4 Микроклимат, вибрации, производственное освещение, шум

Микроклимат – это климат внутренней среды помещения. Он оценивается следующими параметрами: температура тела человека и окружающей среды, оптимальная температура, относительная влажность воздуха и скорость (СанПиН 2.2.4.548–96 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений).

Терморегуляция – комплекс физико-химических и технологических процессов, направленных на поддержание постоянной температуры тела.

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение санитарных норм воздушной среды в рабочей зоне помещений, то есть в пространстве высотой до 2 м над уровнем пола, путем устранения воздействия таких вредных производственных факторов, как пары, пыль, избыточная теплота и влага.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

Допустимые параметры микроклимата – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека вызывает проходящее, но быстро восстанавливаемое функционирование организма и теплового баланса с напряжением механизма терморегуляции.

Нормирование параметров микроклимата производят в зависимости от категории выполняемых работ и времени года (теплый период $> +10^{\circ}\text{C}$, холодный период $< +10^{\circ}\text{C}$).

В данном случае категория Па к ней относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151 - 200 ккал/ч (175 - 232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий). Нормы показателей микроклимата в соответствии с таблицей 4.3.

Таблица 4.3 – Нормы показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Температура поверхностей, $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Па (175–232)	19–21	18–22	60–40	0,2
Теплый	Па (175–232)	20–22	19–23	60–40	0,2

Средства защиты для установления нормированных параметров микроклимата:

1. Коллективные: отопление, кондиционирование воздуха, вентиляция, воздушное душирование, теплозащитные экраны.
2. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – специальные костюмы.

4.2.5 Производственное помещение

Производственное освещение делят на естественное и искусственное, а также на общее и местное.

Правильно спроектированное и выполненное освещение в производственных цехах способствует обеспечению высокой производительности труда и качества выпускаемой продукции. Сохранность зрения, состояния нервной системы работающих и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. В нашем случае освещение должно быть как общее так и местное.

Требования к производственному освещению (СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение с изменением №1»):

- а) Освещенность должна соответствовать на рабочем месте необходимым нормам.
- б) Равномерное распределение освещенности на рабочей зоне.
- в) Отсутствие резких теней на рабочем месте.
- г) В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.
- д) Величина освещенности должна быть постоянной во времени.
- е) Направленность светового потока на рабочее место должна быть оптимальной.
- ж) Необходимо подбирать спектральный состав источника света.
- з) Осветительные установки должны быть безопасны при эксплуатации.
- Световой поток одной лампы на участке рассчитывают по формуле:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta},$$

где $E_n = 300$ лк - необходимая освещенность рабочих мест операторов;

$S = 648 \text{ м}^2$ – площадь освещаемого участка;

$k = 1,5$ – коэффициент запаса;

$Z = 1,15$ – коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания и ДРЛ.

η – коэффициент использования светового потока лампы, %; зависит от типа лампы, типа светильника, коэффициента отражения потолка и стен, высота подвеса светильников и индекса помещения i , $\eta = 45$.

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)},$$

где A и B – длина и ширина участка;

H_p – расстояние от потолка, где подвешены лампы до рабочей поверхности.

$$i = \frac{24 \cdot 18}{7,85 \cdot (24 + 18)} = 1,31,$$

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{100 \cdot 500 \cdot 432 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{45} = 496800,$$

$$N = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi} = \frac{717600}{40600} = 12,24;$$

Число светильников $N = 12$.

Для лампы ДРЛ 700 $\Phi_{\text{ТАБЛ}} = 40600$ лм.

Вывод: для помещения высотой 7,85 м в качестве источника света выбрана дуговая ртутная лампа высокого давления ДРЛ 700 ГОСТ 27682–88. Освещение обеспечивает выполнение зрительных работ разряда IVв.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

4.2.6 Вибрации

Увеличение производительности, рост мощности и быстроходности производственного оборудования при одновременном снижении его материалоемкости сопровождается усилением вибраций. Воздействие вибраций не только ухудшает самочувствие работающих и снижает производительность труда, но и часто приводит к тяжелому профессиональному заболеванию – виброболезни.

Источники вибраций: возвратно-поступательные механизмы; неуравновешенные массы.

Действия вибраций на человека: раздражающее – снижение работоспособности; воздействие на нервные клетки, органы – нарушение центральной нервной системы; деформирующее действие в тканях – нарушение опорно-двигательного аппарата; смещение органов – нарушение половой системы.

Действие вибраций усугубляется холодом и шумом.

Способ защиты от вибраций:

Виброизолятор – упругое демпфирующее устройство, которое устанавливается между источником вибрации и объектом, который нужно защитить. Виброизоляторами могут служить: пружины, резина, войлок, пробки и т.д.

Методы и средства защиты от вибраций:

а) Организационные – ограничение по возрасту (до 18 лет не разрешается работать с вибрациями).

б) Гигиенические – медицинские осмотры и лечение, средства индивидуальной защиты.

Нормированные значения вибрации по ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ приведены в Таблице 4.4.

Таблица 4.4– Значения вибрации для агрегатного станка по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ

Вид вибрации	Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц
На постоянных рабочих местах	63
Общая технологическая вибрация	0,2

4.2.7 Шум

Шум – сочетание звуков разной интенсивности, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм человека и, в первую очередь на нервную систему. Шум на производстве причиняет большой ущерб, вредно воздействуя на организм человека и снижая производительность труда.

Утомление рабочих и операторов вследствие сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует повышению травмирования. При проектировании цехов выполняют расчет ожидаемого уровня шума на рабочих местах и предусматривают необходимые противошумные мероприятия:

- изменения в конструкции шумообразующего источника;
- заключение его в изолирующие кожухи; использование глушителей шума при выпуске сжатого воздуха из пневмосистемы;
- размещение наиболее мощных источников шума в звукоизолирующих помещениях;
- использование звукопоглощающей облицовки потолков и стен, штучных звукопоглотителей и звукопоглощающих экранов, виброизолирующих фундаментов или амортизаторов под оборудование.

Если невозможно снизить уровень шума до допустимых пределов путем проведения перечисленных мероприятий, следует применять индивидуальные средства защиты работающих – заглушки (тампоны из ультратонкого стекловолокна) и наушники.

Нормативные значения уровня шума для постоянных рабочих мест по ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ приводятся в таблице 4.5.

Таблица 4.5– Уровень шума для рабочих мест по ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ

Уровень звукового давления в дБ и октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	92	86	83	80	78	76	74	85

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе произведен анализ текущего технологического процесса, применяемого оборудования и оснастки, выделены его недостатки и внесены предложения по проектному технологическому процессу. Был разработан технологический процесс механической обработки детали, произведен анализ технологичности детали, разработана маршрутная и операционная технологии, рассчитано и спроектировано специальное приспособление, подобран современный режущий инструмент и спроектировано контрольное приспособление. Так же бы спроектирован специальный участок механической обработки для данной детали. Было достигнуто увеличение коэффициента использования материала за счет нового способа получения заготовки; уменьшено штучное время, благодаря концентрации операций на обрабатывающих центрах с ЧПУ и автоматической смене режущего инструмента.

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Ахлюстина, В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В.В. Ахлюстина, Э.Р. Логунова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 212 с.

2 Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / В.И.Гузеев, В.А. Батуев, И.В Сурков. –2-е изд. –М.: Машиностроение, 2007. – 368 с.

3 Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т./ Под ред. Дальского А.М., Сулова А.Г., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001.– Т. 1. – 656 с.; Т. 2. – 496 с.

4 Логунова, Э.Р. Приспособления к металлорежущим станкам: учебное пособие / Э.Р. Логунова, В.В. Ахлюстина, Д.В. Ардашев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 174 с.

5 Меньшаков, В.М. Расчет и проектирование режущих и бесстружечных метчиков: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию/ В.М. Меньшаков, А.В. Черемисов, А.Ф. Черненко. – Челябинск: ЧПИ, 1985. –37 с.

6 Нефедов, Н.А. Расчет курсового по проектированию цехов / Н.А. Нефедов, К.А.Осипов. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

Филиппов, Г.В. Режущий инструмент / Г.В. Филиппов. – Л.: Машиностроение, 1981. – 392с

7 Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: Компьютерная версия учебного пособия/ В.Ю. Шамин.– 4-е изд., перер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 530 с.

8 Онлайн калькулятор режимов резания фирмы Sandvik. –
<http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/coroguide.aspx>

9 Электронный каталог режущего инструмента фирмы Sandvik. –
http://www.tulaspecinstr.ru/sandvik_katalog_2011.html

					15.03.05.2021.407.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120