

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.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2021 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Переходник»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.421.00.000 ПЗ ВКР

Руководитель работы,
доцент, к.т.н.
_____ А.В. Акинцева
_____ 2021г.

Автор работы
студент группы ДО – 516
_____ В.Б. Иванцов
_____ 2021г.

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

Челябинск,
2021

АННОТАЦИЯ

Иванцов, В.Б. Проектирование участка механической обработки детали «Переходник» – Челябинск: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»; ИОДО; ТТС; 2021, 70 с., 22 ил., библиографический список – 16 наименований, 8 листа ф. А1, 22 листов карт техпроцесса.

В дипломной работе выполнен анализ базового технологического процесса детали «переходник». В процессе анализа выявлены недостатки: на чертеже детали, в некоторых технологических картах, по размерному анализу имеется множество недочетов. Также по результатам расчета производство является незагруженным. Во второй главе сделаны предложения по проектированию нового технологического процесса. Разработан новый маршрутный технологический процесс для серийного производства, где произведена концентрация операций, замена старого оборудования на новое прогрессивное оборудование с числовым программным управлением. Спроектированы новые операционные эскизы, где выполнена концентрация переходов. Обеспечивается точность при производстве детали. Произведен выбор режущего инструмента для всех переходов и расчет режимов резания, назначение норм времени.

В дипломной работе произведен расчет и описание режущего инструмента (фреза концевая). Спроектировано станочное приспособление на фрезерную операцию. Разработан чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить торцевое и радиальное биение. В последней главе разработана планировка участка, на котором оборудование расставлено по цепочке, учтены санитарно-гигиенические нормы, средства пожаротушения на участке.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Иванцов В.Б.			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Акинцева А.В.				3	70
<i>Реценз.</i>		.			ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО, Кафедра ТТС, ДО-516		
<i>Н. Контр.</i>		Микерина О.С.					
<i>Утверд.</i>		Виноградов К.М.					
Проектирование участка механической обработки детали «Переходник»							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	6
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины.	8
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Анализ технологичности детали.	11
2.2 Анализ действующего технологического процесса	
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса.	11
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.	19
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса.	20
2.3 Разработка проектного технологического процесса	
2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки.	21
2.3.2 Разработка маршрута, плана операций и переходов проектного технологического процесса.	23
2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процесса.	26
2.3.4 Расчет припусков на линейные и диаметральные размеры. .	27
2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени.	34
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Проектирование станочного приспособления.	40
3.2 Проектирование и обоснование выбора режущего инструмента	42
3.3 Описание работы контрольного приспособления.	44
4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	
4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки.	46
4.2 Описание мероприятий по охране труда.	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	56
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.	57
ПРИЛОЖЕНИЯ.	
Приложение А. Оборудование, применяемое в базовом технологическом процессе изготовления детали «Переходник»	58

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Приложение Б. Оборудование, применяемое в базовом технологическом процессе изготовления детали «Переходник»	63
Приложение В. Режущий инструмент, применяемый для обработки детали переходник в проектно технологическом процесс.	65
Приложение Г. Результаты расчетов режимов резания для проектного технологического процесса изготовления детали переходник.	69

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности, его эффективное развитие является одной из задач способствующих успешному развитию социально-экономических преобразований, проходящих в стране. Решение этой задачи происходит за счет совершенствования технологии производства, широкого внедрения средств вычислительной техники, как в сферу производства продукции, так и в процессе технологической подготовки производства, внедрения технологических процессов на основе использования безотходных и малоотходных технологий.

Возможность уменьшения трудоемкости обработки резанием связана с перспективными направлениями развития технологии машиностроения:

– максимальное приближение форм и размеров заготовок к формам и размерам готовых деталей путем широкого использования рациональных заготовок, изготовленных прогрессивными формами (литья под давлением);

– повышение производительности, максимальная информация и расширение области внедрения известных базовых прогрессивных технологических методов: малооперационной технологии за счет всемирной концепции технологических операций выполняемых на одном станке, по возможности за один установ заготовки; применение параллельных и параллельно - последовательных методов обработки; использование многоинструментальных наладок; одновременная обработка несколькими инструментами; перекрытие вспомогательного времени машин;

– широкое внедрение типовых технологических процессов и групповых методов обработки. Распространение на этой основе на мелкосерийное и серийное производство принципов построения технологии и выбора оборудования присущих крупносерийному и массовому производству, то есть более широкое применение специализированных станков, многолезцовых полуавтоматов, в том числе многоцелевых станков с ЧПУ;

– интенсификация режимов резания происходит благодаря применению современных износостойких материалов и инструментов прогрессивных конструкций;

– совершенствование уже известных методов обработки и расширение обработки применения новых эффективных методов, таких как высокоскоростная обработка деталей из алюминиевых сплавов;

– резкое возрастание производства и применение многоцелевых станков.

Разработка данной дипломной работы ведется с учетом выше перечисленных направлений развития металлообрабатывающего оборудования и металлообработки деталей, изделий и приборов.

В современном производстве существуют две тенденции развития. Первая состоит в делении производственного процесса на ряд последовательных операций с использованием универсального оборудования и оснастки. Вторая тенденция, состоит в возможности более концентрации операций на одном типе оборудова-

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ния. И хотя для этого требуется дорогостоящее оборудование, производственный цикл уменьшается, а производительность увеличивается от 3 до 8 раз.

Данная дипломная работа разработана согласно второй тенденции развития производства. В дипломной работе применялись достижения зарубежной и отечественной современной техники, прогрессивных технологических производственных процессов.

Целью данной дипломной работы является разработка прогрессивного технологического процесса изготовления детали переходник с обеспечением требуемой точности и качества. В данной дипломной работе решены следующие задачи:

- 1) дать назначение и описание узла и работы детали в узле;
- 2) произвести группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке;
- 3) описать служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней;
- 4) проанализировать технологичность детали;
- 5) проанализировать действующий технологический процесс:
 - 5.1) анализ документации действующего техпроцесса;
 - 5.2) анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки;
 - 5.3) выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.
- 6) разработать технологический процесс изготовления детали переходник согласно второй тенденции развития машиностроительной отрасли России:
 - 6.1) произвести выбор исходной заготовки;
 - 6.2) составить план операций и переходов проектного техпроцесса;
 - 6.3) произвести расчет припусков (размерный анализ);
 - 6.4) произвести расчет режимов резания и норм времени;
 - 6.5) произвести расчет необходимого количества оборудования.
- 7) создать планировку участка, на котором будет реализовываться проектный технологический процесс;
- 8) разработать станочное приспособление для разработанного технологического процесса (одной операции);
- 9) спроектировать режущий инструмент для разработанного технологического процесса;
- 10) произвести выбор и обоснование конструктивных параметров контрольного приспособления;
- 11) разработать планировку участка, на котором оборудование расставлено по цепочке, учтены санитарно-гигиенические нормы, средства пожаротушения на участке.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины

Пневмоударник погруженные (рисунок 1.1) используется для получения скважин в горных породах диаметром 110 мм. Он устанавливается на бурильных установках, управление осуществляется при помощи сжатого воздуха. Ударник представляет собой пневматический ударный механизм, оснащенную системой воздуха распределения с подводом сжатого воздуха из вне к рабочим камерам ударника. В состав ударника входят переходник, цилиндр, букса, седло и т.д. Переходник позиция 3 (переходник нижний) является центрирующей и направляющей деталью для ударной части ударника позиция 5 (рисунок 1.1), с цилиндром позиция 4 и буксой позиция 2 он соединяется посредством съемника резьбовых ножек позиция 11, представляющих собой пружины. Переходник позиция 10 (переходник верхний) служит для соединения пневмоударника со ставом штанг, посредством замковой резьбы 3-58×3, передачи вращения пневмоударнику и размещение трубки распределительной позиция 6. Трубка распределительная опирается на седло позиция 7, продольное перемещение которой регулируется в пределах 0,3...0,6 мм с помощью регулировочной гайки позиция 8 и фиксируется стопором позиция 9. Сжатый воздух через став штанг и переходник направляется в распределительную трубку и ударник позиция 5. При этом начинается движение ударника по распределительной трубке, при движении ударника происходит впуск и очистка сжатого воздуха в камеры ударника, который совершает возвратно поступательные движения, при этом своей ударной частью ударами по буровой коронке. При получении вращения через став штанг и переходник происходит разрушение породы (бурение). Данная выпускная квалификационная работа посвящена усовершенствованию технологического процесса изготовления детали переходник позиция 10 на рисунке 1.1

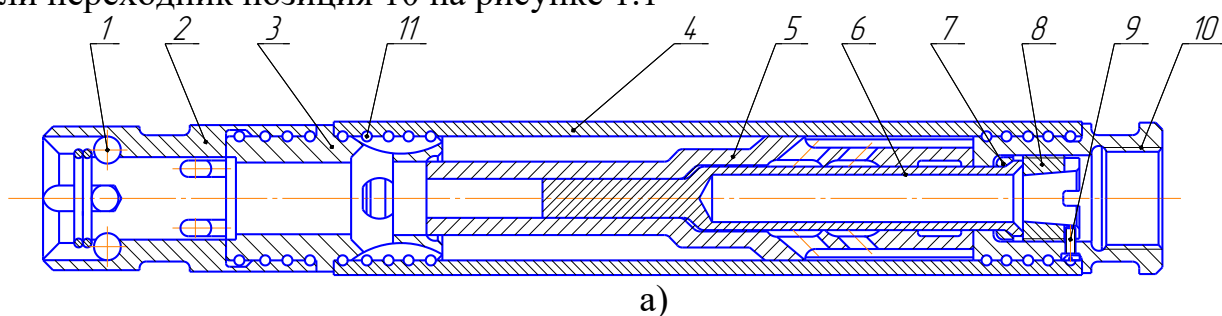


Рисунок 1.1 – Пневмоударник погружной: эскиз (а) и фотография (б)

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Переходник (переходник нижний) является центрирующий и направляющей деталью для ударной части ударника (рисунок 1.1), с цилиндром и буксой он соединяется посредством съемника резьбовых ножек, представляющих собой пружины. Пневмоударник погруженный предназначен для бурения взрывных скважин диаметром 110 мм на открытых горных работах в породах средней и высокой крепости. Пневмоударник применяется на буровых станках и работает на жатом воздухе.

Деталь переходник является деталью типа вращения общей длиной 125 мм (рисунок 1.2). Установка детали в сборочном узле осуществляется по средствам резьба. Первая резьбовая поверхность, обозначения под буквой А (вид А), является своего рода налогом метрической, но имеющей свои размеры (представленные на рисунок 1, вид А). На поверхности под буквой Б (вид Б) имеет канавки для подачи смазочной жидкости. Также для установки детали в сборочном узле имеется внутренняя резьба М58х3-7Н. Для удобства установки детали в сборочный узел по средствам гаечного ключа, на ее поверхности предусмотрены два паза (разрез Г-Г на рисунке 2.1). Внутренняя полость представляет собой ступенчатое отверстие. Подача рабочей среды осуществляется через отверстие диаметром 6Н11.

Технические требования детали переходник:

- 1) твердость 33,5...39 HRC;
- 2) неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий Н14; валов – h14; остальных $\pm IT/2$;
- 3) на поверхности Д и Е допускается технологические риски от режущего инструмента.

Материалом, из которого изготавливаются наши переходники, являются Сталь 40Х, применяется для изготовления валов, плунжеров штоков, болтов и т.д. В таблицах 1.1, 1.2, 1.3 приведены основные сведения по материалу Сталь 40Х [1].

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

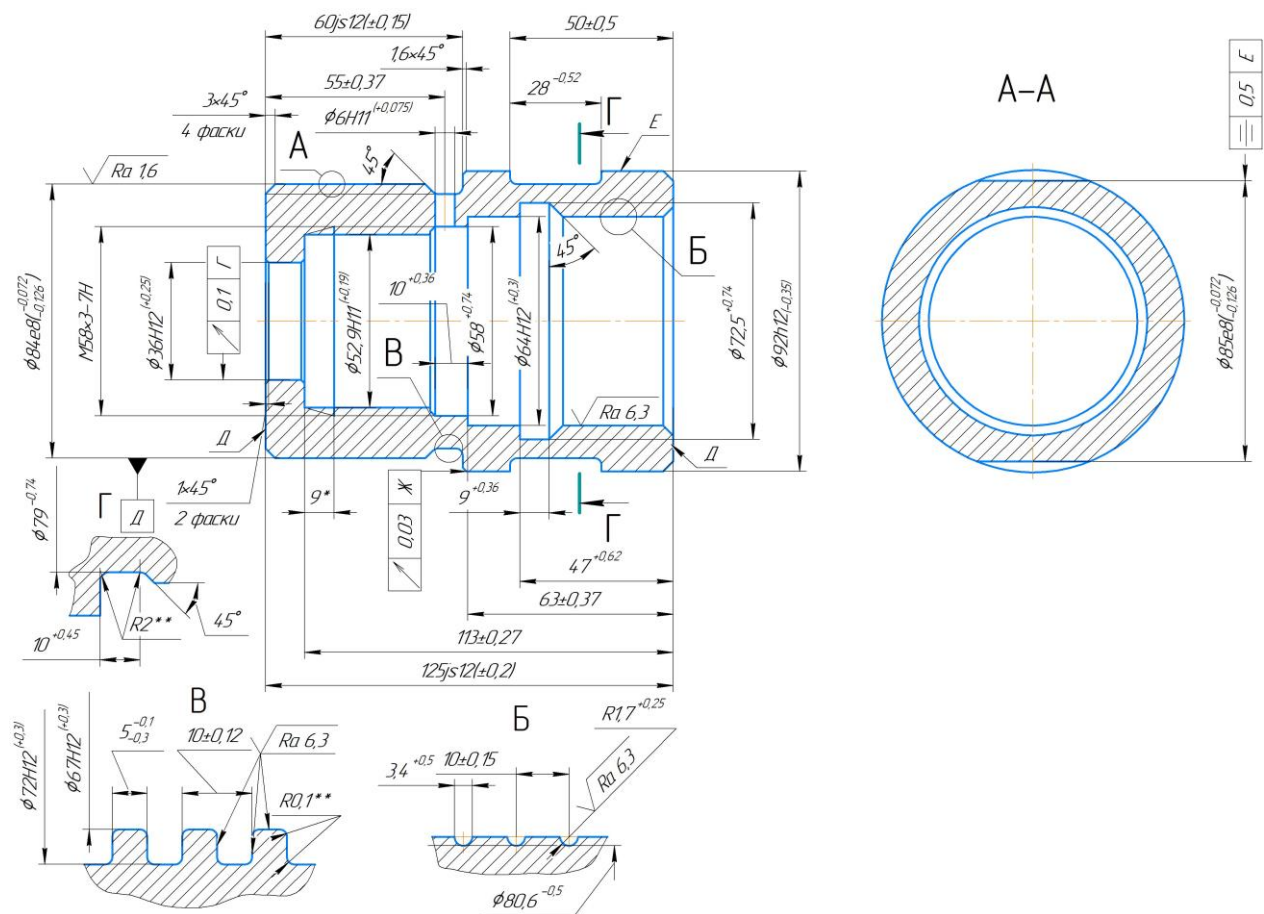
C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,035	0,035	0,3	0,8-1,1

Таблица 1.2 – Механические свойства Стали 40Х

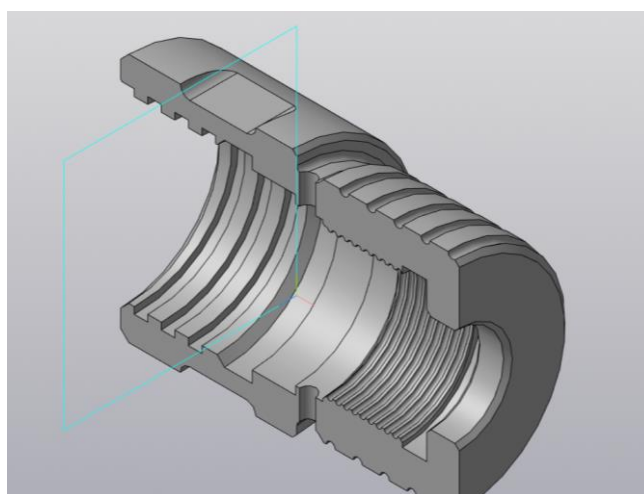
δ_T , МПа	$\delta_{вр}$, МПа	δ_5 , %	Ψ , %	a_n , Дж/С	НВ (не более)	
Не менее					Горячека таной	Отожжен ной
800	1000	10	45	60	241	217

Таблица 1.3 – Технологические свойства стали 40X

Свариваемость	трудносвариваемая
Флокеночувствительность	чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	склонна



a)



б)

Рисунок 1.2 – Эскиз детали переходник: эскиз (а) и 3d-модель (б)

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Произведем анализ технологичности детали переходник и выделим следующие особенности обработки данной детали:

1) деталь – переходник является телом вращения с габаритными размерами диаметр 92 мм и длиной 125 мм. Все поверхности доступны для обработки с использованием стандартного инструмента и приспособлений, что в свою очередь является технологичным;

2) наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивает возможность обработки на проход в направлении подачи. На детали также присутствуют наклонные поверхности с относительно небольшой конусностью, данная поверхность является технологичной в обработке;

3) внутренне поверхности доступны для обработки (закрытые пазы, канавки отсутствуют)

4) деталь имеет достаточную жесткость и прочность, при которых исключается возможность вибрации в процессе обработки.

5) шероховатость большинства поверхностей (Ra 3,2) достигается на чистовых переходах, что позволяет вести обработку одним инструментом.

6) требования по точности: отклонение от перпендикулярности упорных торцов относительно осей резьбы 0,05 мм – выполнимо в процессе обработки;

7) материал детали переходник является Сталь 40Х ГОСТ 4543-71, обладающим рядом свойств: хорошая износостойкость (материал длительное время оказывает сопротивление изнашиванию), хорошая обрабатываемость резанием (предсказуемая стойкость инструмента, образование стружки надлома, что облегчает ее уборку). Из этого делаем вывод, что материал детали технологичен.

Вывод: проведенный анализ показал, что конструкция детали переходник технологична, т.к. удовлетворяет большинству технологических требований. Тип производства выбран серийный.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс состоит следующих операций:

1) отрезная (000) – лентопилочный станок СРЗ-200-01Н, $T_{ум} = 10,1$ мин. (рисунок 2.1);

2) токарная черновая (005) – токарно-револьверный станок 1М425, $T_{ум} = 10,81$ мин. (рисунок 2.2);

3) токарная черновая (010) – токарно-револьверный станок 1М425, $T_{ум} = 10,12$ мин. (рисунок 2.3);

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- 4) токарная чистовая (015) – токарно-револьверный станок 1М425, $T_{ум} = 10,81$ мин. (рисунок 2.4);
- 5) токарная чистовая (020) – токарно-револьверный станок 1М425, $T_{ум} = 10,65$ мин. (рисунок 2.5);
- 6) фрезерная (025) – вертикально-фрезерный ст. 6Н12ПБ, $T_{ум} = 10,33$ мин. (рисунок 2.6);
- 7) слесарная (030);
- 8) токарная (035) – токарно-винторезный станок 1К625Д, $T_{ум} = 10,93$ мин. (рисунок 2.7);
- 9) токарная (040) – токарно-винторезный станок 1К625Д, $T_{ум} = 6,91$ мин. (рисунок 2.8);
- 10) токарная (045) – токарно-винторезный станок 1К625Д, $T_{ум} = 7$ мин. (рисунок 2.9);
- 11) сверлильная (050) – вертикально-сверлильный станок 2Н125, $T_{ум} = 5,5$ мин. (рисунок 2.10);
- 12) термическая (055);
- 13) контрольная (060).

В качестве заготовки в базовом технологическом процессе используется пруток. На рисунки 2.1 приведен операционный эскиз заготовительной операции.

Название операции (номер): заготовительная (000)

Описание операции: отрезать заготовку диаметром 100 (1) мм и длиной 130 мм (2) – рисунок 4;

В картах ТП отсутствует описание используемого оборудования, режущего инструмента и оснастки.

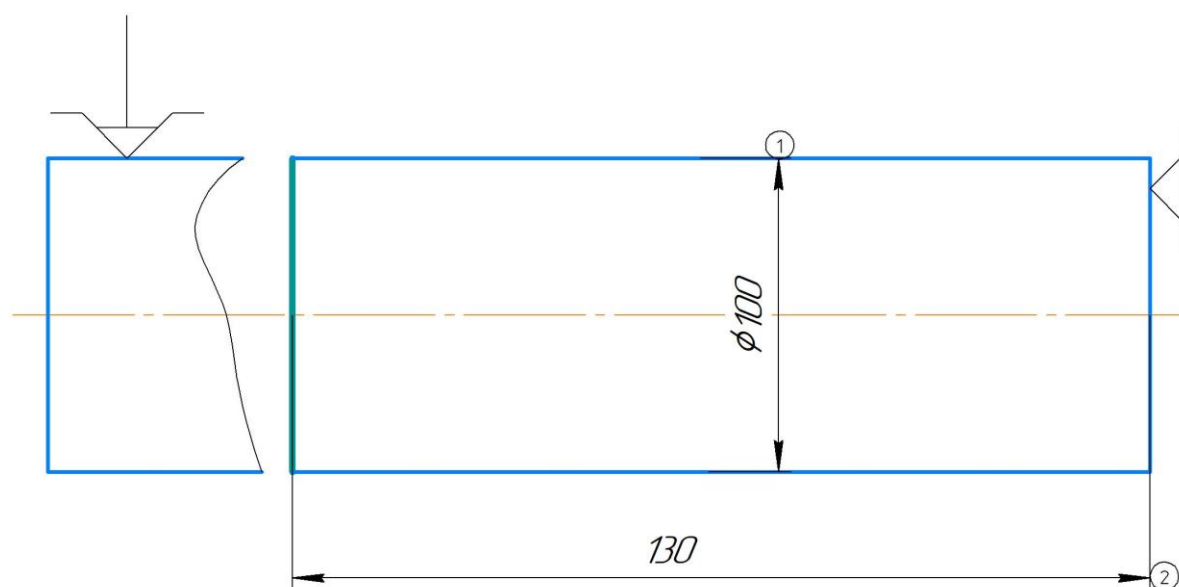


Рисунок 2.1 – Операционный эскиз (000 операция)

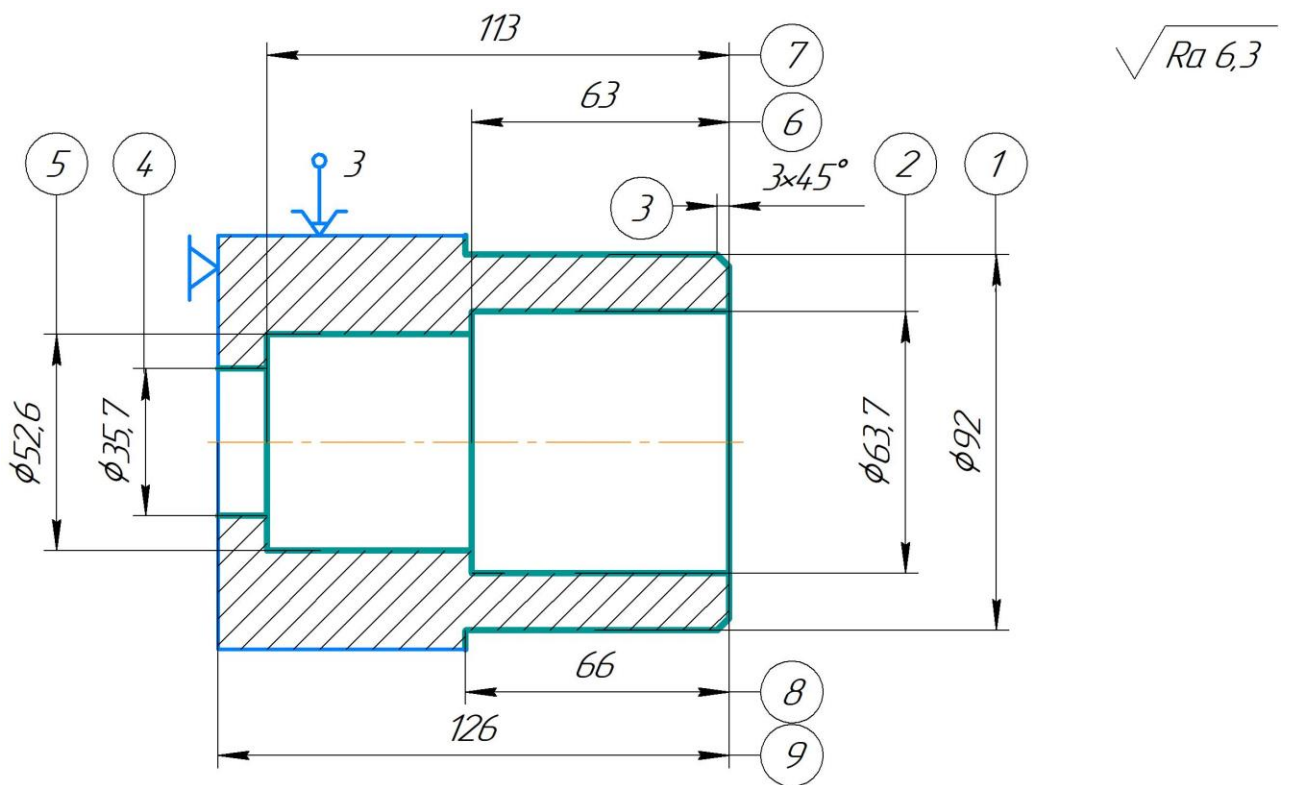


Рисунок 2.2 – Операционный эскиз на операцию 005

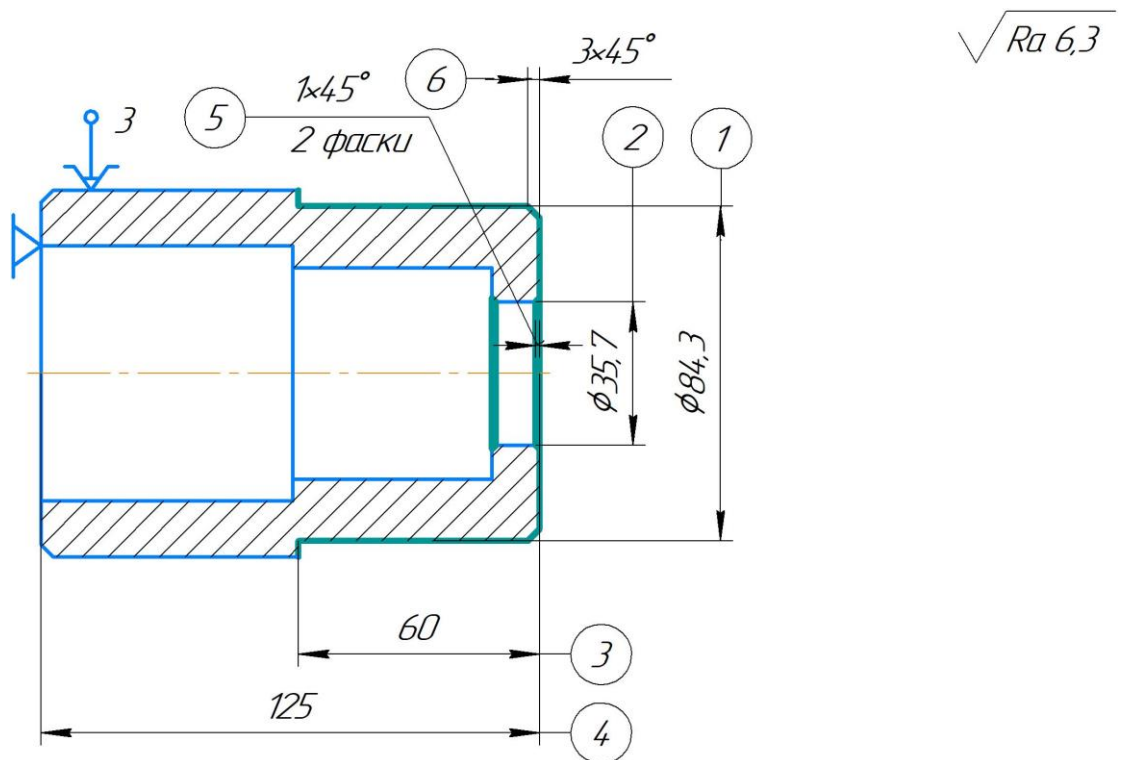


Рисунок 2.3 – Операционный эскиз на операцию 010

Описание операции 005

- 1) подрезать торец поверхности диаметром 92 (1), выдерживая размер 126 (9);
- 2) проточить поверхность диаметром 92 (1), выдерживая размер 66 (8);
- 3) расточить поверхность диаметром 63,7 (3), выдерживая размер 63 (6);
- 4) расточить поверхность диаметром 35,7 (4), выдерживая размер 113 (7);
- 5) расточить поверхность диаметром 52,6 (5), выдерживая размер 126 (9);
- 6) снять фаску 3x45 градусов (2).

Режущий инструмент: резец подрезной ГОСТ 20505-75; резец проходной ГОСТ 20701-83; резец расточной ГОСТ 20963-86; резец расточной ГОСТ 20963-86; резец расточной ГОСТ 20963-86; резец фасочный ГОСТ 26753-92.

Оборудование: токарно-револьверный станок 1М425.

Приспособление: 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.

Описание операции 010

- 1) подрезать торец поверхности диаметром 84,3 (1), выдерживая размер 125 (4);
- 2) проточить поверхность диаметром 84,3 (1), выдерживая размер 60 (3);
- 3) снять фаску 3x45 градусов (6);
- 4) снять фаску 1x45 градусов (5);
- 6) снять фаску 1x45 (5)

Режущий инструмент: резец подрезной ГОСТ 20505-75; резец проходной ГОСТ 20701-83; резец фасочный ГОСТ 26753-92;

Оборудование: токарно-револьверный станок 1М425.

Приспособление: 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.

Описание операции 015

- 1) расточить поверхность 64 (2), выдерживая размер 63 (9);
- 2) расточить поверхность 58 (6) с формированием фаски, выдерживая размеры 75 (10) и 63(9);
- 3) расточить поверхность 52,9 (5), выдерживая размеры 113 (11) и 75 (10);
- 4) расточить канавку на поверхности 72,5 (1) с формированием фаски 4 45 (4), выдерживая размер 10 (8);
- 5) расточить канавку на поверхности 58 (6), выдерживая размер 113 (11);
- 6) снять фаску 3x45 градусов (3).

Режущий инструмент: резец расточной ГОСТ 20963-86; резец фасочный ГОСТ 26753-92.

Оборудование: токарно-револьверный станок 1М425.

Приспособление: 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.

Описание операции 020

- 1) проточить поверхность 84 (1), выдерживая размер 60 (4);
- 2) проточить канавку, выдерживая размеры 10 (5), R2 (6) 60,(4).

Режущий инструмент: резец проходной ГОСТ 20701-83.

Оборудование: токарно-револьверный станок 1М425.

Приспособление: 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

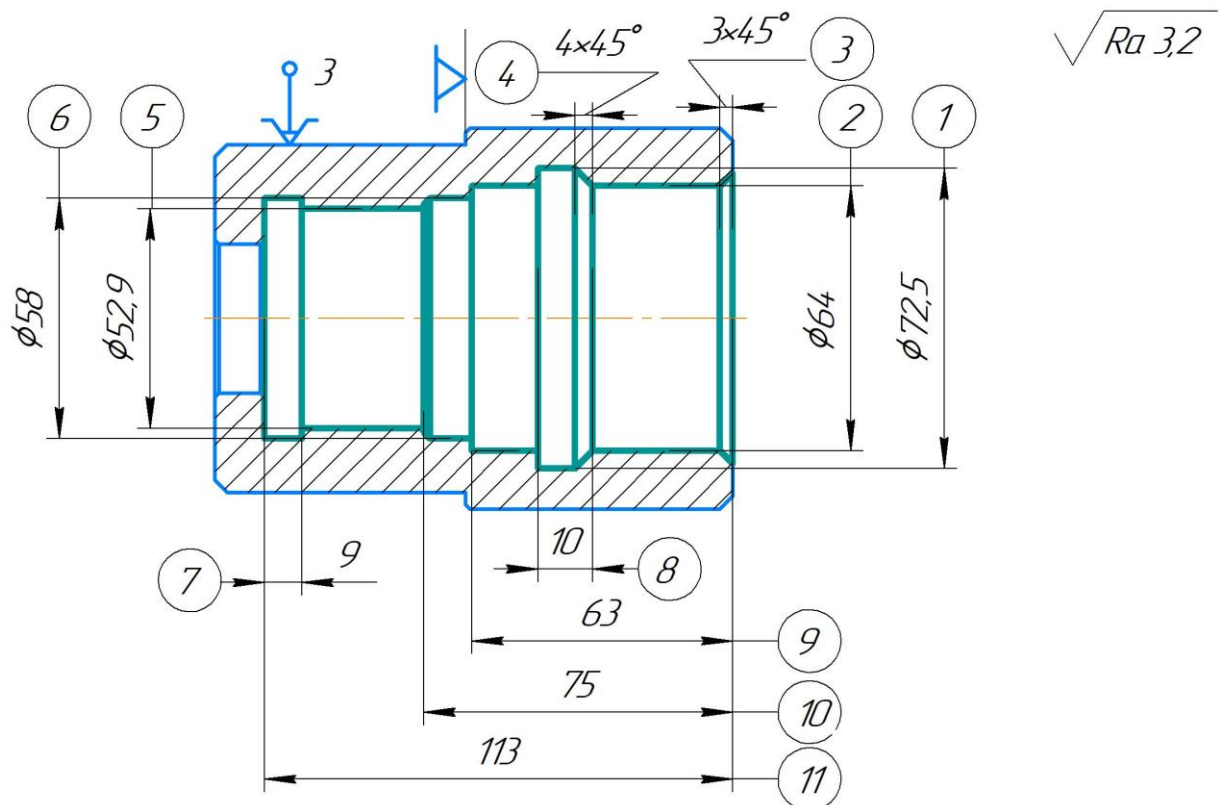


Рисунок 2.4 – Операционный эскиз на операцию 015

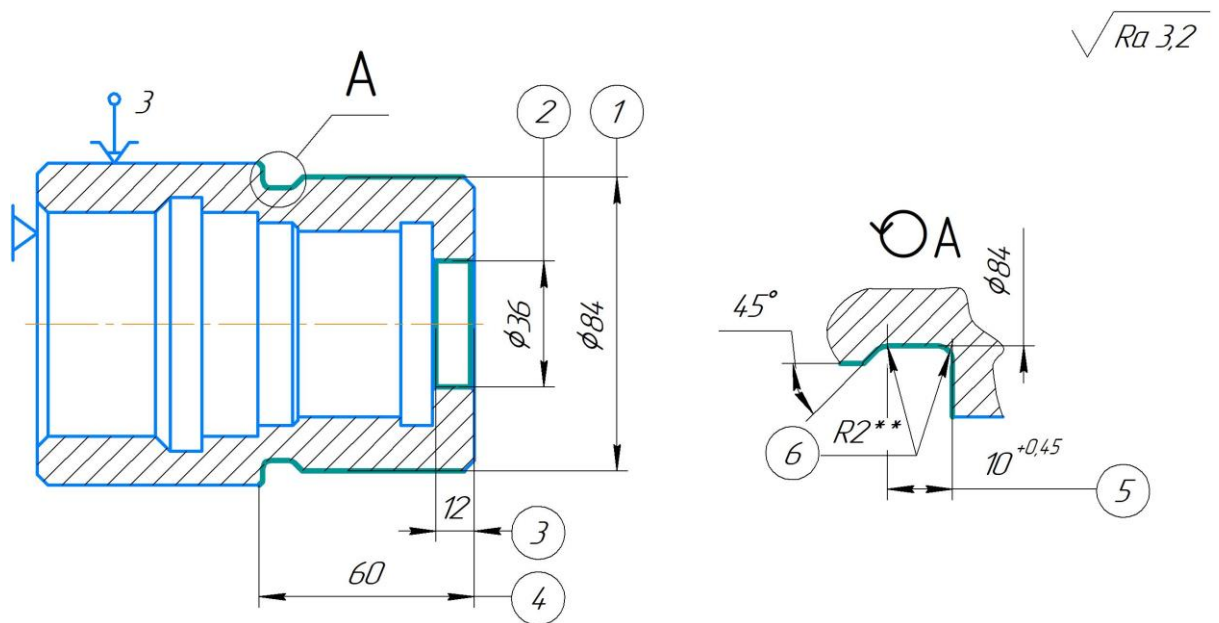


Рисунок 2.5 – Операционный эскиз на операцию 020

Описание операции 025

1) фрезеровать канавки на поверхности 92 (1), выдерживая размеры 84(2), 28 (3), 50(4).

Режущий инструмент: фреза концевая ГОСТ 17026-71.

Оборудование: вертикально-фрезерный ст. 6Н12ПБ.

Приспособление: тиски станочные ГОСТ 16518-96.

Описание операции 035

1) нарезать канавки на поверхности 84(1), выдерживая размеры диаметр 80,6 (2), 50(3), R1,7(4), 10(6).

Режущий инструмент: резец канавочный специальный.

Оборудование: токарно-винторезный станок 1К625Д.

Приспособление: 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.

$\sqrt{Ra\ 3,2}$

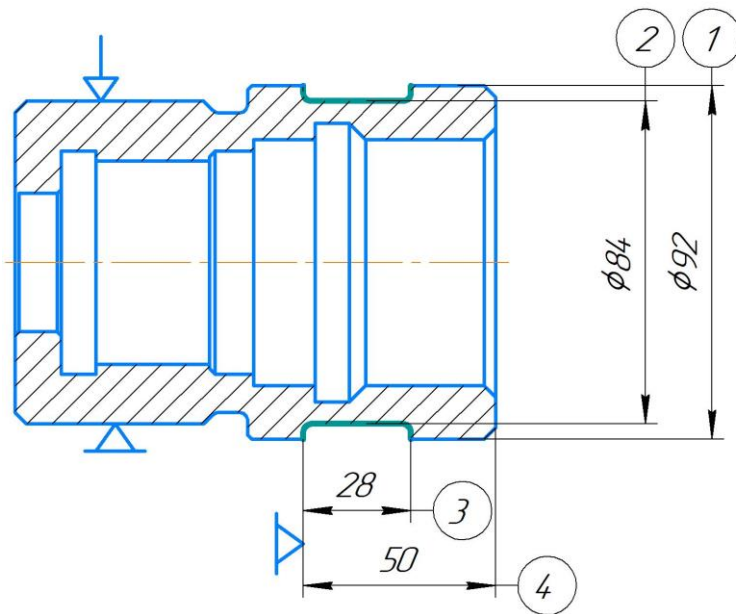


Рисунок 2.6 – Операционный эскиз на операцию 025

$\sqrt{Ra\ 3,2}$

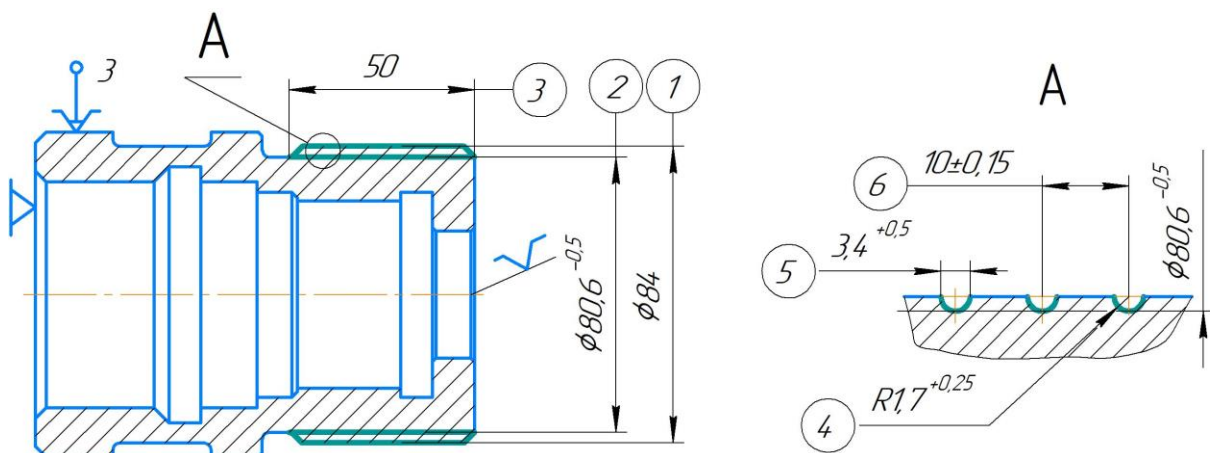


Рисунок 2.7 – Операционный эскиз на операцию 035

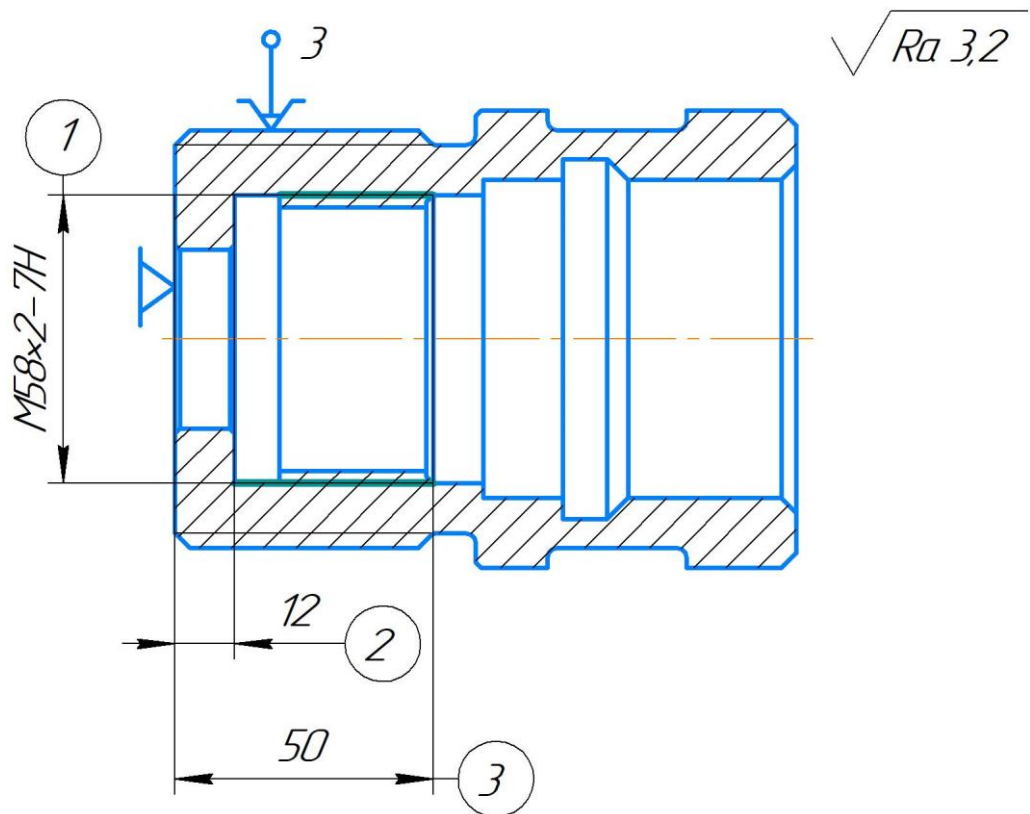


Рисунок 2.8 – Операционный эскиз на операцию 040

Описание операции 040

1) нарезать резьбу М58 2-7Н (1), выдерживая размеры 12 (2), 50 (3).

Режущий инструмент: резец канавочный специальный.

Оборудование: токарно-винторезный станок 1К625Д.

Приспособление: 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.

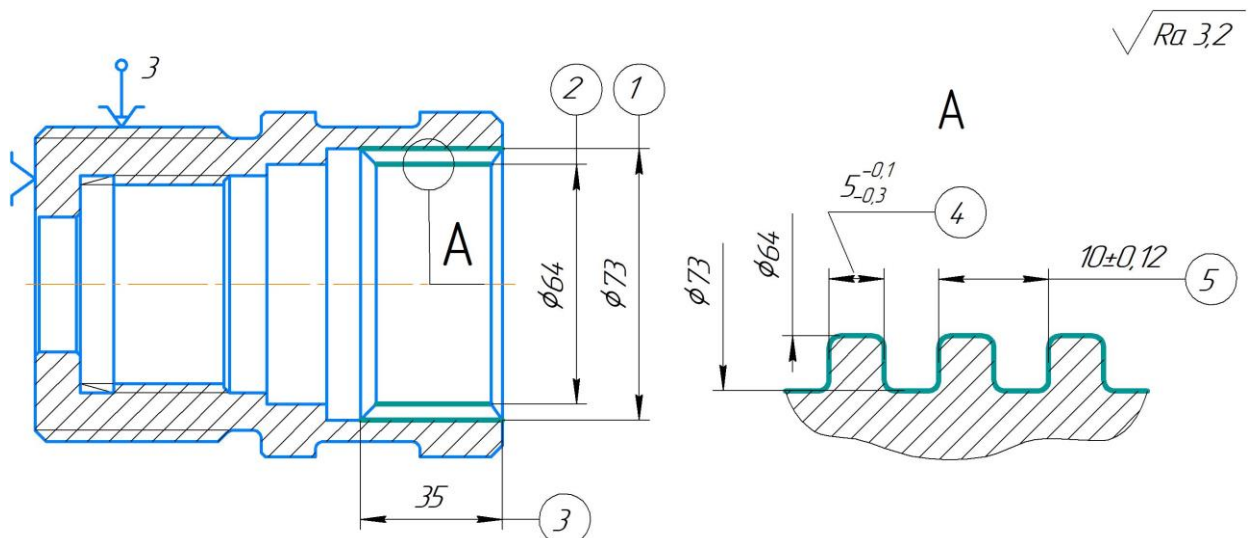


Рисунок 2.9 – Операционный эскиз на операцию 045

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

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

17

Описание операции 045

1) нарезать канавки на поверхности диаметром 64(2), выдерживая размеры 73(1), 35(3), 5(4), 10 0,12 (5);

Режущий инструмент: резец канавочный специальный.

Оборудование: токарно-винторезный станок 1К625Д.

Приспособление: 3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80.

$\sqrt{Ra\ 6,3}$

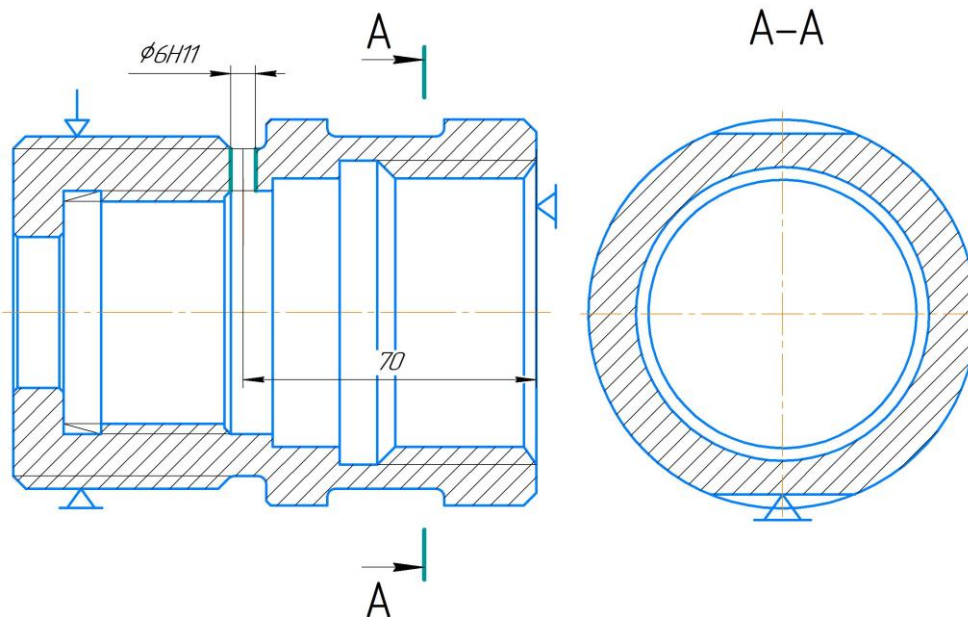


Рисунок 2.10 – Операционный эскиз на операцию 050

Описание операции 050

1) сверлить отверстия диаметром (1), выдерживая размер (2);

Режущий инструмент: сверло ГОСТ 17276-71.

Оборудование: вертикально-сверлильный станок 2Н125.

Приспособление: специальное (кондуктор).

Выводы по анализу заводской документации на деталь «Переходник»

Документация на действующий технологический процесс содержит перечень применяемого оборудования, технологической оснастки, режущего и мерительного инструментов, вспомогательной оснастки. В операционных картах есть полное описание последовательности действий, название операции, приведены режимы резания, припуски, количество проходов инструмента. В картах отсутствует основное и штучное время. Также в картах имеются все операционные эскизы, которые содержат все необходимые размеры и требования по точности и качеству обработки. Отметим, что карты оформлены на бланках разных годов. Так например листы 1-5, 8-9 по ГОСТу 3.1404-74 форма 17, а карты 6, 7, 11, 12 – по РДМУ75-76 форма 17. Описание технологического процесса соответствует требованиям ГОСТ 3.1404-74. Отсутствуют коды операций по классификатору.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

В таблице 2.1 представлен весь перечень оборудования, режущего инструмента, технологической оснастки, применяемой в базовом технологическом процессе изготовления детали «Переходник». В приложение А приведены основная техническая характеристика используемого в базовом технологическом процессе оборудования. Анализ оборудования, режущего инструмента, применяемого в базовом технологическом процессе изготовления детали «Переходник», что большая часть является универсальным. Это объясняется техническими возможностями производства. Большая часть используемого инструмента идет с напайными пластинами, требующих дополнительных затрат на переточку. Используемое оборудование имеет более низкую мощность и технические возможности в рамках реализуемых диапазонов режимов резания. Применяемая технологическая оснастка в основном универсальная, не автоматизированная, требует дополнительных временных затрат на установку и снятие детали.

Таблица 2.1 – Оборудование, режущий инструмент, технологическая оснастка, применяемый в базовом технологическом процессе изготовления детали «Переходник» [13-14]

Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	№ операции (штучное время, мин.)
Лентопилочный станок СРЗ-200-01Н	—	Лентопилочная пила 20x09 мм	000 (10,1 мин)
токарно-револьверный станок 1М425	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	резец подрезной ГОСТ 20505-75	005 (10,81 мин.)
		резец проходной ГОСТ 20701-83	
		резец расточной ГОСТ 20963-86	
		резец расточной ГОСТ 20963-86	
		резец фасочный ГОСТ 26753-92	
токарно-револьверный станок 1М425	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	резец подрезной ГОСТ 20505-75	010 (10,12 мин)
		резец проходной ГОСТ 20701-83	
		резец фасочный ГОСТ 26753-92	

Окончание таблицы 2.1

Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	№ операции (штучное время, мин.)
токарно-револьверный станок 1М425	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	резец расточной ГОСТ 20963-86	015 (10,81 мин)
		резец фасочный ГОСТ 26753-92	
токарно-револьверный станок 1М425	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	резец проходной ГОСТ 20701-83	020 (10,65 мин)
вертикально-фрезерный ст. 6Н12ПБ	тиски станочные ГОСТ 16518-96	фреза концевая ГОСТ 17026-71	025 (10,33 мин)
токарно-винторезный станок 1К625Д	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	резец канавочный специальный	035 (10,93 мин)
токарно-винторезный станок 1К625Д	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	резец канавочный специальный	040 (6,91 мин)
токарно-винторезный станок 1К625Д	3-х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80	резец канавочный специальный	045 (7 мин)
вертикально-сверлильный станок 2Н125	тиски станочные ГОСТ 16518-96.	сверло ГОСТ 17276-71	050 (5,5 мин)

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса

В базовом технологическом процессе выявлены следующие существенные недостатки:

1) в качестве заготовки использовался прокат, очень низкий коэффициент использования материала.

Предложение: использовать в качестве заготовки штамповку, максимально повторяющую контуры изготавливаемой детали.

2) в процессе фрезерование пазов закрепление заготовки осуществляется по резьбовой поверхности при помощи станочных тисков. Базирование осуществляется по средствам «мерных» деревянных пластин.

Предложение: разработать технологический процесс, позволяющий избежать захвата за резьбовые поверхности. При это сократив количество установов до минимально возможного.

3) применение большого количества режущего инструмента, большая часть которого универсальная.

Предложение:

– заменить весь универсальный и специальный инструмента на современных, позволяющих производить обработку на повышенных скоростях и подачах;
– по возможности максимально сократить применяемый инструмент.

4) применения трех единиц различного универсального оборудования.

Предложение: сократить количество применяемого оборудования, путем применения современного обрабатывающего центра, позволяющего произвести централизацию операций и уставов на одном станка.

5) используемая оснастка для операции 015 не отвечает исходным требованиям по изготовлению детали.

Предложение: применение современного оборудования позволит, сочетающего в себе различные виды обработки.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

В качестве заготовки для детали «переходник» в проектом технологическом процессе выберем штамповку, т.к. она максимально приближена к готовой детали, что является несомненным достоинством в условиях серийного производство. Штамповку производят из проката круглого профиля повышенной точности. Преимущество штамповки на ГКМ – высокая производительность и экономное использование металла. На рисунке 2.10 представлен эскиз заготовки «переходник».

Внутренний штамповочный уклон в минутах определяется по следующей формуле:

$$\beta = 15 \left(\frac{H_0}{D_0} - 0,5 \right),$$

где H_0 – длины внутренних отверстий заготовки ($H_{01} = l_1 = 63$ мм; $H_{02} = l_1 - l_2 = 113 - 63 = 50$ мм; $H_{03} = L_1 - l_2 = 14$ мм), мм;

D_0 – диаметры внутренних отверстия заготовки ($D_{01} = d_1 = 61,6$ мм; $D_{02} = d_2 = 50,5$ мм; $D_{03} = d_3 = 33,6$ мм).

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

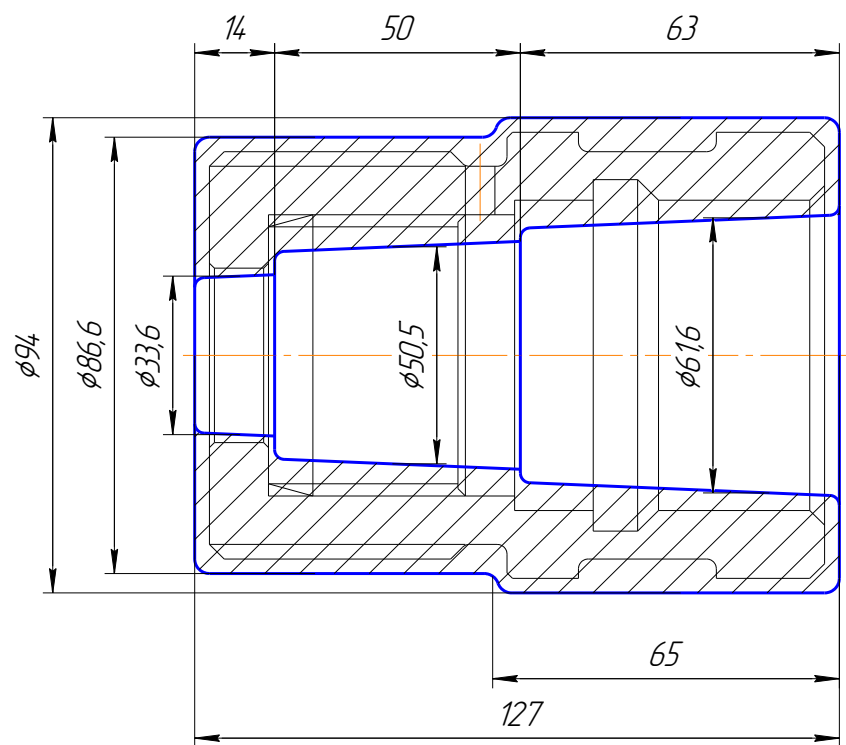


Рисунок 2.11 – Заготовка «Переходник»

Рассчитаем углы

$$\beta_1 = 15 \left(\frac{63}{61,6} - 0,5 \right) = 7,3^\circ \approx 7^\circ,$$

$$\beta_2 = 15 \left(\frac{50}{50,5} - 0,5 \right) = 6,99^\circ \approx 7^\circ,$$

$$\beta_3 = 15 \left(\frac{14}{33,6} - 0,5 \right) \approx 1^\circ.$$

Радиусы закруглений на выпуклых углах $r_1 = n_1 = 2,5$ мм.

Радиусы закруглений на вогнутых углах r_3 определяется от величины уступа S со стороны закругления:

$$r_3 = 0,2 S + 1.$$

Так как $S = 5,7$, то $r_3 = 2,14$ мм.

Радиусы закруглений на вогнутых углах R_1 определяется по следующей формуле:

$$R_1 = 0,07(D_0 + H_0),$$

где H_0 – длины внутренних отверстий заготовки ($H_{01} = l_1 = 63$ мм; $H_{02} = l_1 - l_2 = 113 - 63 = 50$ мм, $H_{03} = L_1 - l_2 = 14$ мм);

D_0 – диаметры внутренних отверстия заготовки ($D_{01} = d_1 = 61,6$ мм; $D_{02} = d_2 = 50,5$ мм; $D_{03} = d_3 = 33,6$ мм);

$$R_1 = 0,07(63 + 61,6) = 8,722 \approx 9 \text{ мм};$$

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

$$R_2 = 0,07(50 + 50,5) = 7,035 \approx 7 \text{ мм};$$

$$R_3 = 0,07(14 + 33,6) = 3,33 \approx 3 \text{ мм}.$$

Отметим, что размеры заготовки предварительные и будут уточнены в пункте 2.3.4.

2.3.2 Разработка маршрута, плана операций и переходов проектного технологического процесса

В таблице 2.2 приведен проектный маршрутный технологический процесс изготовления детали переходник.

Таблица 2.2 – Маршрутная технология проектного технологического процесса изготовления детали переходник

№ операции	Наименование операции	Оборудование
000	Заготовительная (рисунок 2.11)	ГКМ
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ (рисунки 2.12)	Токарный обрабатывающий центр NT-2000Y
010	Фрезерная (рисунок 2.13)	Вертикально-фрезерный станок 6Н12ПБ
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ (рисунки 2.14)	Токарный обрабатывающий центр NT-2000Y
020	Контрольная	контрольный стол

План операций и переходов проектного технологического процесса изготовления детали «Переходник»

005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

- 1) подрезать торец, выдерживая размер 127 (8) мм;
- 2) проточить поверхность диаметром 92h12 (2) мм;
- 3) снять фаску 3x45 градусов (18);
- 4) просверлить отверстие диаметром 36 (10) мм;
- 5) расточить отверстие под резьбу М58х3 (12), выдерживая размер 113 (7);
- 6) расточить отверстие диаметром 58 (13), выдерживая размер 63 (6);
- 7) расточить отверстие диаметром 64Н12 (12), выдерживая размер 47 (5);
- 8) расточить отверстие диаметром 72,5 (3), выдерживая размер 9 (4) и 45 градусов (15);
- 9) снять фаску 3x45 градусов (18);
- 10) нарезать резьбу М58х3 (12), выдерживая размер 9 (9);

11) нарезать резьбу Б;

Оборудование: токарно-фрезерный обрабатывающий центр NT-2000Y.

Приспособление: трехлачковый патрон (станочный).

Режущий инструмент:

1) контурный резец (державка DTGNR2525M22, режущая пластина TNMG220404MF3);

2) канавочный резец (державка CFIR 2525M08JET, режущая пластина LCMF 300808-0800-FT);

3) резьбонарезный резец (державка 266RFC 2525-22, режущая пластина 266RG-22VW01A001M);

4) сверло SD10006.00.275 25R7;

5) расточной резец (державка C4-SDUCR -13080-11, режущая пластина DNMA 150408S);

6) резьбовой резец (державка R21753050094A, режущий пластина SEMG12T09AFR).

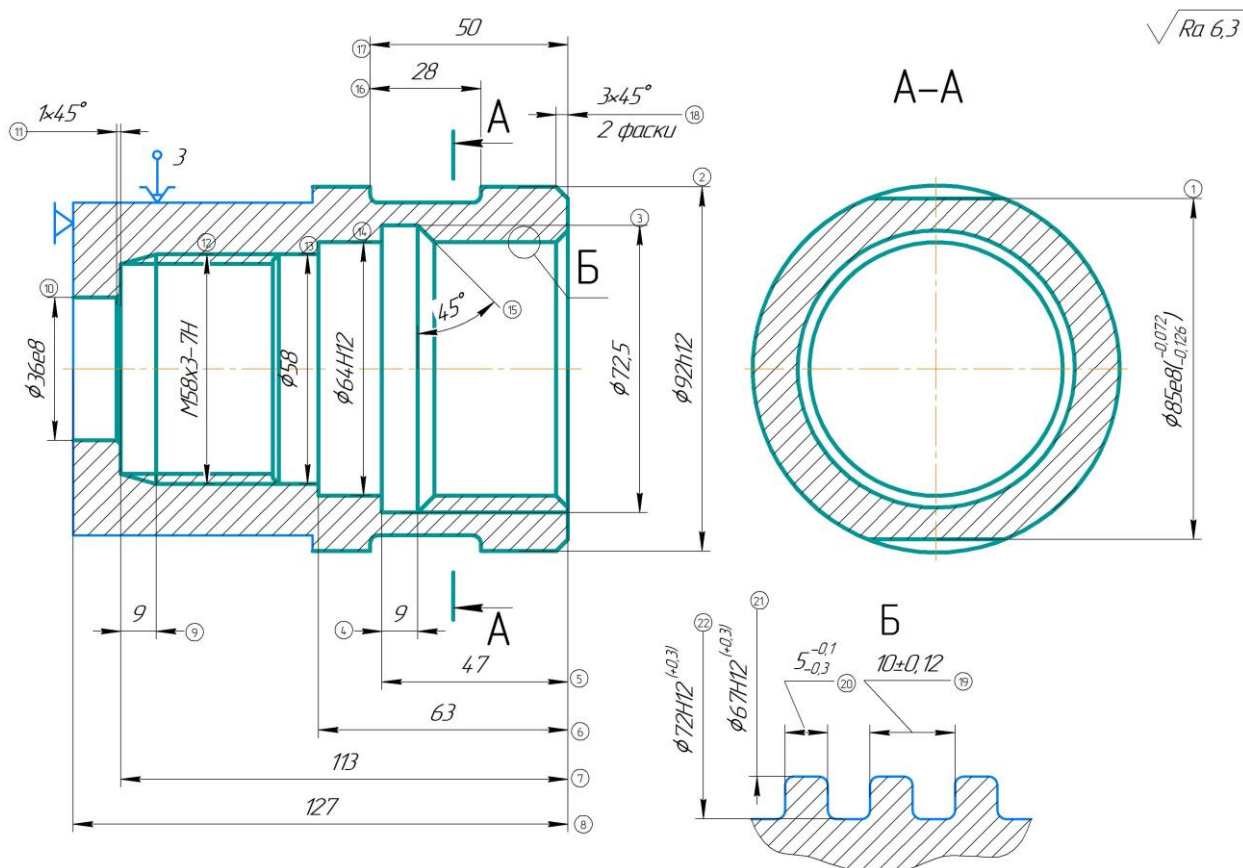


Рисунок 2.12 – Операционный эскиз 005

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

010 Сверлильная

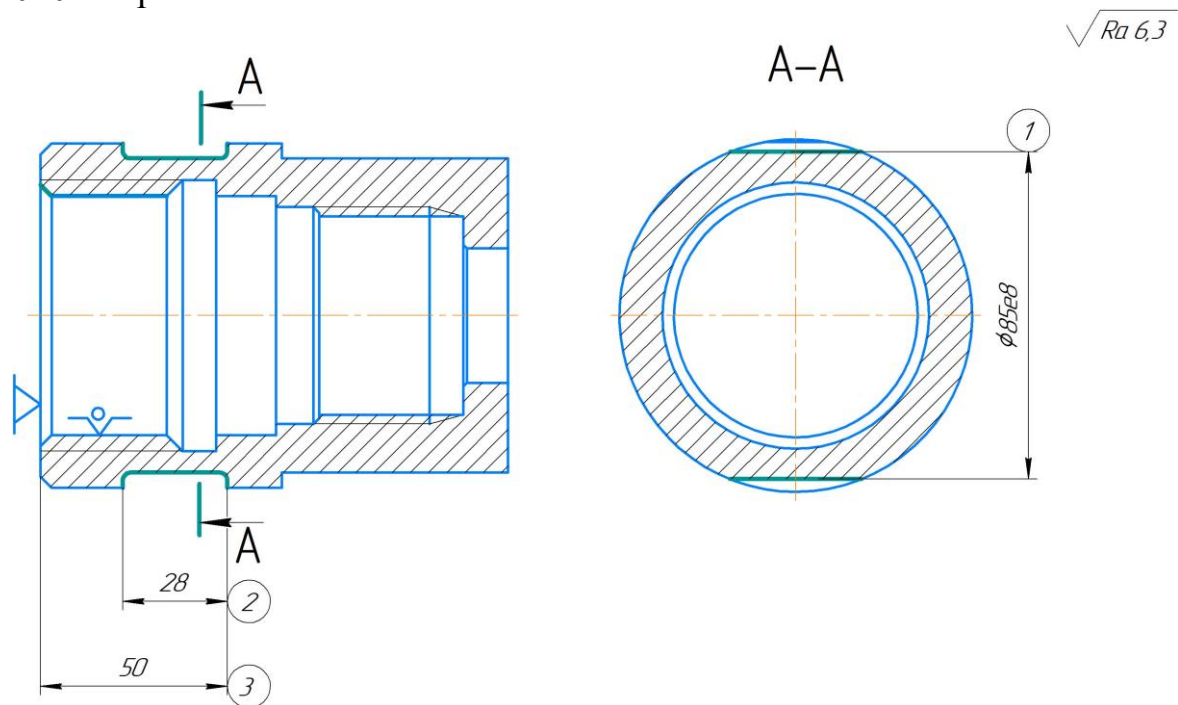


Рисунок 2.13 – Операционный эскиз 010

1) фрезеровать две плоскости, выдерживая размеры 85 (1), 28(2) и 50 (3).

Оборудование: Вертикально-фрезерный станок 6Н12ПБ

Приспособление: специальное;

Режущий инструмент: фреза концевая (специальная).

015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

1) подрезать торец, выдерживая размер 125 (4) мм;

2) проточить поверхность 84е8 (1), выдерживая размер 60 (3) мм;

3) снять фаску 3x45 градусов (11);

4) снять фаску 1,6x45 градусов (12);

5) проточить канавку Б, выдерживая размеры 45 градусов (9), 10 (10);

6) нарезать резьбу – вид А;

7) снять фаску 1x45 градусов (2);

8) сверлить отверстие диаметром 6Н11 (13), выдерживая размер 55 (15).

Оборудование: токарно-фрезерный обрабатывающий центр NT-2000Y.

Приспособление: трехлачковый патрон (станочный).

Режущий инструмент:

1) контурный резец (державка DTGNR2525M22, режущая пластина TNMG22O404MF3);

2) канавочный резец (державка CFIR 2525M08JET, режущая пластина LCMF 300808-0800-FT);

3) резьбонарезный резец (специальный);

4) расточной резец (державка C4-SDUCR -13080-11, режущая пластина DNMA 150408S);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

25

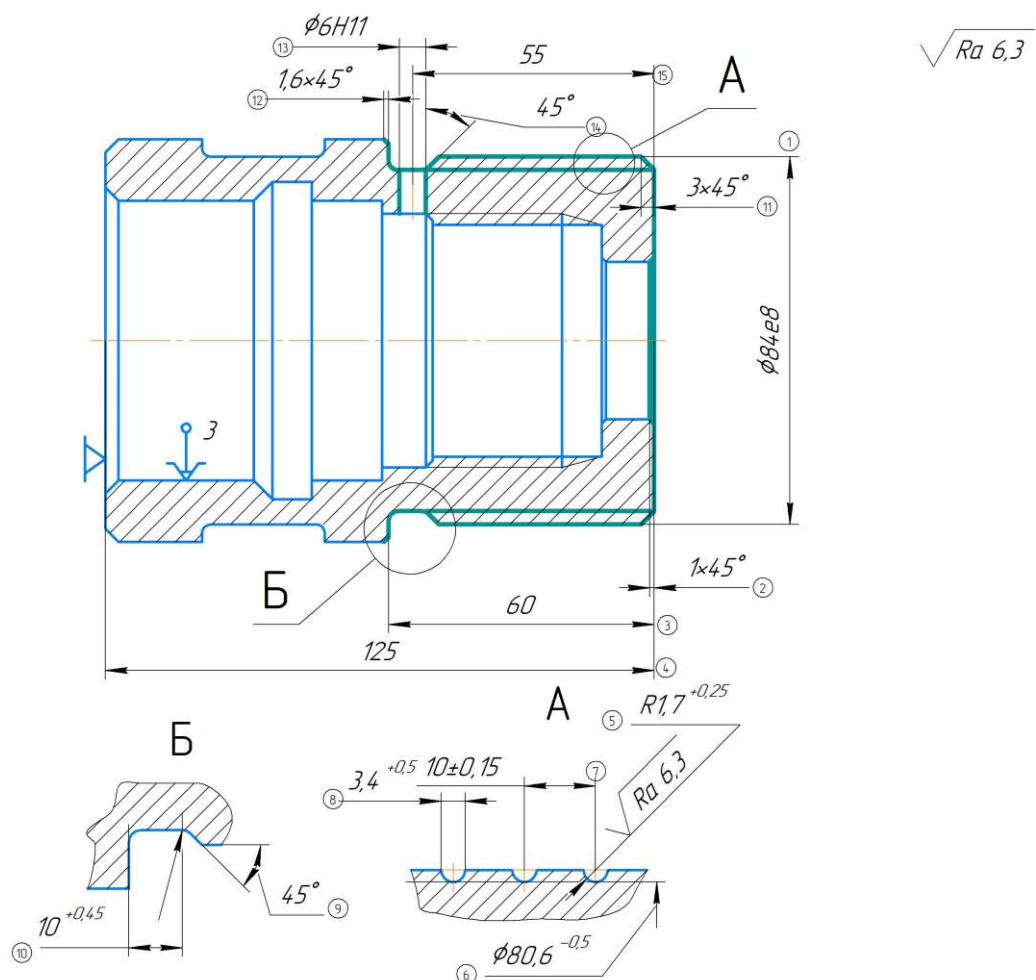


Рисунок 2.13 – Операционный эскиз 015

2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

При обработке детали переходник целесообразно использовать обрабатывающие центры с различными системами ЧПУ. Это позволяет максимально объединять количество переходов в одном установе, что значительно экономит вспомогательное время. Также необходимо учесть, что на данном оборудовании для его дозагрузки будут обрабатывать детали-представители, имеющие схожие габаритные размеры, материал обрабатываемый и т.д. Всем этим требованиям отвечает токарный обрабатывающий центр NT-2000Y. Изготовленная из чугуна Meehanite станина станка с наклонным расположением упроченных шлифовальных направляющих коробчатого типа обеспечивает высокую жесткость станка, приводной инструмент в сочетании с осью Y представляет широкие возможности для фрезерных операций. В приложение Б представлено описание технических возможностей обрабатывающего центра NT-2000Y.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

26

2.3.4 Расчет припусков на линейные и диаметральные размеры

Определим припуски на обработку и текущие размеры диаметра 64H12 заготовки. В качестве заготовки используется поковка, получаемая на ГКМ со 2-ой группой точности, массой около 3,5 кг. Поверхность диаметром 60H12 обрабатывается за два этапа: черновое и чистовое точение. Заготовка при этом крепится в патроне. Определим значения высоты неровностей R_z и дефектного слоя T [7]. Для заготовки $R_z = 150$ мкм и $T = 200$ мкм, для предварительного растачивания $R_z = 50$ мкм и $T = 50$ мкм, для чистового растачивания – $R_z = 20$ мкм и $T = 25$ мкм [7]. Найдем суммарное отклонение по следующей формуле:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{эксц}^2},$$

где $\rho_{см}$ – погрешности заготовок, штампованных на прессах и ГКМ по смешению, $\rho_{см} = 0,7$, мм;

$\rho_{эксц}$ – погрешности штампованных заготовок по эксцентricности, мм:
 $\rho_{эксц} = 2$ [7];

Подставим выбранные значения и получим

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{0,7^2 + 2^2} = 2,1.$$

Найдем допуск на размер по следующей формуле [7]:

$$\delta = H_{ед} + I_{из} + K_y,$$

где $H_{ед}$ – допуск по недоштамповке, $H_{ед} = 1,6$ мм;

$I_{из}$ – допуск по износу штампов, $I_{из} = 0,7$ мм;

K_y – колебания усадки заготовки по температурному интервалу штамповки. Колебания усадки принимаем: $K_y = 1,0 \times 50 = 50$, мкм = 0,05 мм.

$$\delta_{заг} = 1,6 + 0,7 + 0,05 = 2,35 \text{ мм.}$$

Определим допуск по классу точности для расточки (предварительное – $\delta = 320$, окончательное $\delta = 250$ мкм) [7].

Определим промежуточные значения припусков на механическую обработку:

$$\rho_{ост} = k_y \times \rho_{заг},$$

где k_y – коэффициент уточнения формы, находящийся в зависимости от вида заготовки и методов обработки ($k_y = 0,005$ – предварительная расточка; $k_y = 0,002$ – окончательная расточка).

Тогда получим

$$\rho_1 = 0,005 \times 210 = 1,05 \text{ мкм,}$$

$$\rho_1 = 0,002 \times 210 = 0,42 \text{ мкм.}$$

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Произведем расчет минимальных значений припусков:

$$2z_{min1} = 2(R_{z\ i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}).$$

Тогда минимальный припуск для предварительного растачивания будет равен

$$2z_{min1} = 2(150 + 200 + 210) = 1120 \text{ мкм.}$$

И для окончательного растачивание:

$$2z_{min2} = 2(50 + 50 + 1,05) = 202,1 \text{ мкм.}$$

Найдем размер d_p , начиная с чертежного значения его, при помощи сложения расчетного припуска для каждого перехода и получим:

$$d_{p1} = d_{p2} - 2z_{min2} = 64 - 0,2021 = 63,7979 \text{ мм,}$$

$$d_{p3} = d_{p1} - 2z_{min1} = 63,7979 - 1,12 = 62,68 \text{ мм.}$$

Тогда наименьший предельный размер для каждого перехода найдем, округлив расчетные значения размеров:

$$d_{min1} = 64 \text{ мм; } d_{min2} = 63,8 \text{ мм; } d_{min3} = 62,7 \text{ мм.}$$

Тогда наибольшие предельные размеры найдем, прибавив допуск к наименьшему размеру:

$$d_{max2} = d_{min1} - \rho_{об.чep} = 64 - 0,046 = 63,95 \text{ мм;}$$

$$d_{max1} = d_{min1} - \rho_{об.чep} = 63,8 - 0,12 = 63,68 \text{ мм;}$$

$$d_{max3} = d_{min3} - \rho_{ч.ш} = 62,7 - 2,35 = 60,35 \text{ мм.}$$

Предельные значения припусков найдем через разность наибольших предельных размеров и наименьших размеров для каждого перехода [7]:

$$2z_{max2}^{np} = d_{max1} - d_{max2} = 63,68 - 63,95 = 0,27 \text{ мм} = 270 \text{ мкм;}$$

$$2z_{max1}^{np} = d_{max3} - d_{max1} = 60,4 - 63,68 = 3,28 \text{ мм} = 3280 \text{ мкм;}$$

$$2z_{min2}^{np} = d_{min1} - d_{min2} = 64 - 63,8 = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм.}$$

$$2z_{min1}^{np} = d_{min3} - d_{min1} = 62,7 - 64 = 1,3 \text{ мм} = 1300 \text{ мкм.}$$

Таблица 2.3 – Технологический маршрут обработки поверхности диаметр 64Н12

Технологические Переходы обработки поверхности Диаметр 64Н12(+0.3)	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск $2z_{min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	T	ρ				d_{min}	d_{max}	$2z_{min}^{np}$	$2z_{max}^{np}$
Заготовка	150	200	230		64	2350	62,7	60,35		
Растачивание: предварительное окончательное	50 20	50 25	1,05 0,42	1120 202	63,8 62,7	320 250	63,8 64	63,68 63,95	1300 200	3280 270

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

Общие припуски $z_{0 \min}$ и $z_{0 \max}$ найдем, сложив промежуточные значения припусков.

$$z_{0 \min} = \sum 2z_{\min}^{np} = 200 + 1300 = 1500 \text{ мкм},$$

$$z_{0 \max} = \sum 2z_{\max}^{np} = 3280 + 270 = 3550 \text{ мкм}.$$

Общий номинальный припуск зависит от расположения поля допуска заготовки:

$$z_{0 \text{ ном}} = z_{0 \min} + H_3 - H_0,$$

$$d_{3 \text{ ном}} = d_{0 \text{ ном}} + z_{0 \text{ ном}},$$

где H_3 – нижнее отклонение заготовки:

$$H_3 = I_{\text{ш}} + K_y/2,$$

$$H_3 = 0,5 + 1,0/2 = 1 \text{ мм}.$$

$H_0 = 37$ мкм допуск на окончательное шлифование или готовую деталь.

$$z_{0 \text{ ном}} = 1500 + 1000 - 27 = 2433 \text{ мкм},$$

$$d_{3 \text{ ном}} = 64 + 2,4 = 66,5 \text{ мм}.$$

Проверим правильность выполненных расчетов через следующие уравнения.

$$2z_{\max 2}^{np} - 2z_{\min 2}^{np} = 270 - 200 = 70 \text{ мкм}; \delta_1 - \delta_2 = 320 - 250 = 70 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 1}^{np} - 2z_{\min 1}^{np} = 3280 - 1300 = 1980 \text{ мкм}; \delta_3 - \delta_1 = 2300 - 320 = 1980 \text{ мкм}.$$

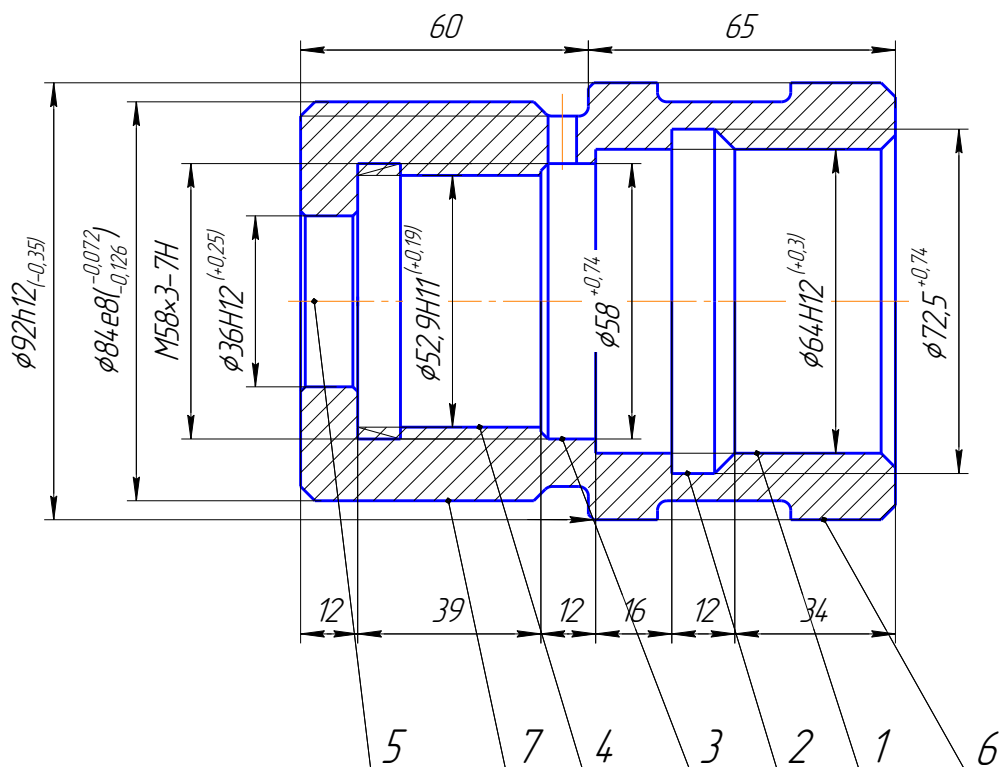


Рисунок 2.14 – Эскиз детали переходник

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

29

На остальные обрабатываемые поверхности вала припуски и допуски выбираем по таблицам и записываем их значения в таблицу 2.4 Соответствующие изменения вносим в расчеты заготовки детали.

Таблица 2.4 – Припуски на механическую обработку

Поверхность	Диаметр	Припуски	
		табличный	расчетный
1	64Н12	2,4	2,4
2	72,5	2,4	2,42
3	58	2,4	2,41
4	52,9	2,4	2,44
5	36	2,4	2,41
6	92	2,3	2,32
7	84	2,6	2,59

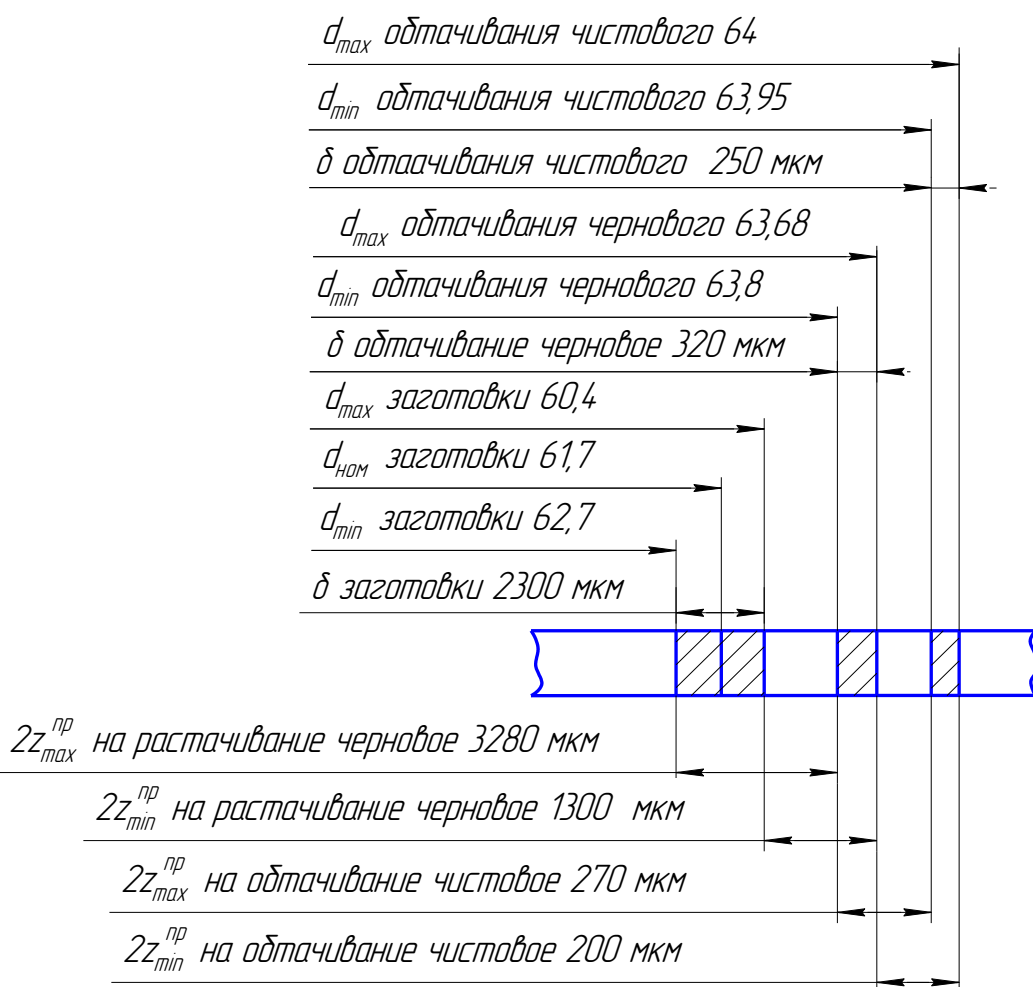


Рисунок 2.15 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку размера диаметр 64Н12

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

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

30

Найдем припуск на обработку на обрабатываемую поверхность длиной 125. Технологический маршрут обработки поверхности длиной 125 мм состоит из подрезки двух торцов. Определим высоты неровностей R_z и дефектного слоя T . Для заготовки $R_z = 150$ мкм и $T = 200$ мкм. Подрезка торцов $R_z = 50$ мкм и $T = 50$ мкм.

Найдем пространственное отклонение по следующей формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2},$$

где $\rho_{см}$ – допускаемая погрешность поковки по смещению оси фигуры [7]: $\rho_{см} = 0,5$ мм;

$\rho_{кор}$ – допускаемая погрешность поковки по короблению, мм.

Тогда

$$\Delta_k = 0,12 \text{ мкм} = 0,12 \times 10^{-3} \text{ мм.}$$

$$\rho_{кор} = 0,0012 \times 125 = 0,15 \text{ мм.}$$

$$\rho = \sqrt{0,5^2 + 0,15^2} = 0,52 \text{ мм}$$

Найдем допуск на размер по следующей формуле:

$$\delta = H_{ед} + I_{и} + K_y$$

где $H_{ед}$ – допуск по недоштамповке, $H_{ед} = 1,6$ мм;

$I_{и}$ – допуск по износу штампов, $I_{и} = 0,7$ мм;

K_y – колебания усадки заготовки по температурному интервалу штамповки.

Колебания усадки равно $K_y = 1,0$ мкм/мм, тогда

$$K_y = 1,0 \times 50 = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм.}$$

$$\delta_{заг} = 1,6 + 0,7 + 0,05 = 23,5 \approx 2350 \text{ мкм.}$$

Определим допуск по классу точности для подрезки торца: $\delta = 120$ мкм [7].

Промежуточные значения припусков на механическую обработку можно с достаточной точностью определить по следующей формуле:

$$\rho_{ост} = k_y \times \rho_{заг}$$

где k_y – коэффициент уточнения формы, который находится в зависимости от заготовки и методов обработки.

Для точения штампованных заготовок принимаем $k_y = 0,06$, тогда

$$\rho_I = 0,06 \times 520 = 31,2 \text{ мкм.}$$

Определим минимальные значений припусков по следующей формуле:

$$2z_{min I} = 2(R_{z\ i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i).$$

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

В результате получим для черновой подрезки торца точением минимальный припуск составит:

$$2z_{min1} = 2 \times (150 + 200 + 520) = 1740 \text{ мкм.}$$

Найдем расчетный размер l_p , при помощи сложения значения минимального припуска с размерами заготовки, тогда получим

$$l_{p3} = l_{p1} + 2z_{min1} = 125 + 1,74 = 126,74 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер округлив расчетные значения размеров [1].

$$l_{min1} = 125 \text{ мм; } l_{min3} = 126,74 \text{ мм.}$$

Наибольшие предельные размеры вычисляем прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру:

$$l_{max1} = l_{min1} + \rho_{об.чер} = 125 + 0,12 = 125,12 \text{ мм,}$$

$$l_{max3} = l_{min3} + \rho_{ч.ш} = 126,74 + 2,35 = 129,09 \text{ мм.}$$

Предельные значения припусков найдем через разность наибольших предельных размеров [7]:

$$2z_{max1}^{np} = l_{max3} - l_{max1} = 129,09 - 125,12 = 3,97 \text{ мм} = 3970 \text{ мкм;}$$

$$2z_{min1}^{np} = l_{min3} - l_{min1} = 126,74 - 125 = 1,16 \text{ мм} = 1160 \text{ мкм;}$$

Полученные результаты сводим в таблицу 2.5.

Общие припуски $z_{0\ min}$ и $z_{0\ max}$ определяем путем сложения промежуточных припусков [7]:

$$z_{0\ min} = \sum 2z_{min}^{np} = 1740 \text{ мкм; } z_{0\ max} = \sum 2z_{max}^{np} = 3970 \text{ мкм.}$$

Общий номинальный припуск определяем по следующей формуле:

$$z_{0\ ном} = z_{0\ min} + H_3 - H_\delta,$$

где H_3 – нижнее отклонение заготовки.

Тогда

$$H_3 = I_{ш} + K_y/2$$

$$H_3 = 0,5 + 1/2 = 1 \text{ мм;}$$

$H_\delta = 37$ мкм допуск на готовую деталь.

$$z_{0\ ном} = 1160 + 1000 - 37 = 2123 \text{ мкм.}$$

$$l_{3\ ном} = 125 + 2,1 = 127,1 \text{ мм.}$$

Проверим правильность выполненных расчетов через следующие уравнению.

$$2z_{max1}^{np} - 2z_{min1}^{np} = 3970 - 1740 = 2230 \text{ мкм;}$$

$$\delta_3 - \delta_1 = 2350 - 120 = 2230 \text{ мкм.}$$

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Таблица 2.5 – Технологический маршрут обработки поверхности 130

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм				
											l_{min}	l_{max}		
Заготовка	150	200	520			126,74	2350	126,74	129,09					
Подрезка торца:	50	50	31,2	0	1740	125	120	125	125,12	1160	3970			

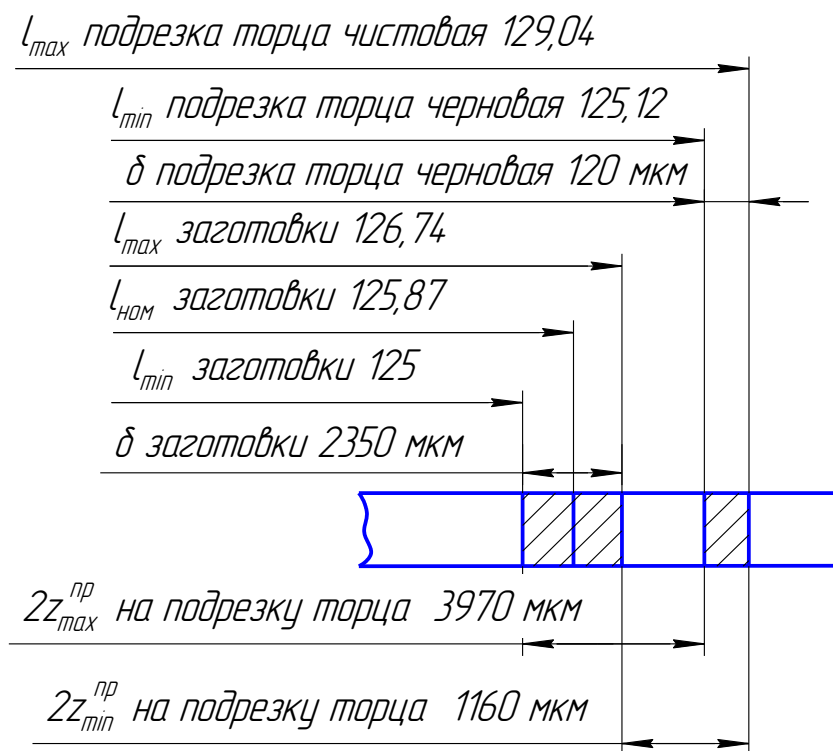


Рисунок 2.16 – Схема графического расположения припусков и допусков на линейный размер 125 мм

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

2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени

В таблице Г.1 приложения Г приведены сводные данные по назначенным режимам резания. Ниже рассмотрим примеры назначения режимов резания для различных видов обработки. В начале рассмотрим расчет режимов резания при токарной обработке. Сперва назначим подачу [9-10] для обработки заготовки диаметром до 200 мм из легированной стали резцом сечением 16×25 мм, при глубине резания до 3 мм рекомендуется подача $s_{0н} = 0,6...0,9$ мм/об.

Полученную подачу необходимо проверить по осевой составляющей силы резания, допускаемой прочностью механизма подачи станка $P_{X доп}$. У принятого нами станка $P_{X доп} = 600$ кгс. При заданных условиях работы и подаче $s_0 = 0,55...0,65$ мм/об, для стали с $\sigma_s = 57 - 67$ кгс/мм², t до 2 мм, угла $\varphi = 90^\circ$ при работе в диапазоне скоростей главного движения резания 65 – 155 м/мин (т.е. в диапазоне, применяемом для предварительного точения легированной стали резцами из сплава Т15К6) сила $P_X = 90...63$ кгс [9]. Так как $P_X < P_{X доп}$ ($90 < 600$), то $s_0 = 0,55...0,65$ мм/об не лимитируется прочностью механизма подачи станка. Таким образом, принятая $s_0 = 0,55...0,65$ мм/об является для заданных условий обработки максимальной технологически допустимой. Принимаем среднее значение $s_0 = 0,6$ мм/об.

Используемый токарный обрабатывающий центр имеет бесступенчатое регулирование подач, следовательно принимаем $s_{np} = 0,6$ мм/об по паспортным данным станка. Скорость резания при наружном продольном точении определяется по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} K_v ,$$

где $T = 60$ мин – стойкость инструмента [9];

$C_v = 250$; $x_v = 0,15$; $y_v = 0,35$; $m = 0,2$ – поправочные коэффициенты [9].

$$K_v = K_{м.в} K_{н.в} K_{и.в} K_{\varphi.в} K_{о.в}$$

где $K_{м.в} = 75/\sigma_s = 75/61 = 1,23$ – коэффициент, учитывающий качества обрабатываемого материала [9];

$K_{н.в} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий состояния поверхности заготовки [9];

$K_{и.в} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал режущей части [9];

$K_{\varphi.в} = 0,7$ – коэффициент, учитывающий главный угол в плане [9];

$K_{о.в} = 1$ – коэффициент, учитывающий вид обработки [9].

$$K_v = 1,23 \times 0,8 \times 1 \times 0,7 \times 1 = 0,69.$$

$$v = \frac{250}{60^{0,2} \times 2,3^{0,15} \times 0,6^{0,35}} \times 0,69 = 121 \text{ м/мин.}$$

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Найдем число оборотов по формуле:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi D}, \text{ об/мин}$$

где $D = 94$ мм – диаметр обработки.

$$n = \frac{1000 \times 121}{3,14 \times 94} = 411 \text{ об/мин}$$

Фактические режимы резанья с учетом специализированных охлаждающих жидкостей на 9 % выше расчетных результатов. Следовательно:

$$n_{np} = 411 \times 1,09 = 448 \text{ об/мин};$$
$$V_{np} = 121 \times 1,09 = 132 \text{ об/мин.}$$

Согласно паспорту станок в пределах выбранного режима имеет постоянную мощность на разных числах оборотов, а слабым звеном его является клиноременная передача; поэтому проверку режима целесообразнее производить по мощности, как более удобную и достаточно точную. $N_{рез} = 4,2$ кВт, так как $t = 2,3$ мм, $s = 0,6$ и $V = 132$ м/мин [9]. Мощность электродвигателя $N_{ов} = 7$ кВт. Мощность на шпинделе по приводу $N_{см} = 6$ кВт, так как ориентировочно принимаем $\eta_{см} = 0,7 - 0,85$ для станков с вращательным главным движением [9].

$$N_{рез} = 4,2 \text{ кВт} < N_{см} = 6 \text{ кВт.}$$

Следовательно установленный режим резания по мощности осуществим.

Расчетам основное время по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n_{np} \times s_{0np}},$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода, мм;

n_{np} – принятое число оборотов шпинделя, об/мин;

$s_{0н}$ – подача, мм/об;

Расчет режимов резания при фрезерной операции

В данном случае осуществляется фрезерование паза концевой фрезой из быстрорежущей стали. При фрезеровании пазов концевой фрезой глубиной резания считается глубина паза т.е. $t = b = 35$ мм, а глубина паза при фрезеровании его за один рабочий ход принимается за ширину фрезерования, т.е. $B = h = 4$ мм [10]. Назначаем подачу на зуб фрезы. Для фрезерования стали фрезой $D = 8$ мм, $B = 4$ мм $S_z = 0,04$ мм/зуб [10]. Назначаем период стойкости фрезы. Для концевой фрезы диаметром $D = 35$ мм, из быстрорежущей стали рекомендуется период стойкости $T = 60$ мин [10].

Допустимый износ зубьев фрезы по задней поверхности $h_z = 0,25$ мм [101]. Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы. Для фрезы с нормальным зубом, $D = 8$ мм, шириной фрезерования 4 мм и $S_z = 0,04$ мм/зуб, $V_{табл} = 36$ м/мин [10]. Для заданных условий обработки

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

поправочные коэффициенты равны единице, следовательно:

$$V_{табл} = V_u = 36 \text{ м/мин}$$
$$n = \frac{1000 \times 36}{3,14 \times 35} = 327 .$$

Фактические режимы резанья с учетом специализированных охлаждающих жидкостей на 9 % выше расчетных результатов. Следовательно:

$$n = 327 \times 1,09 = 356, \text{ об/мин};$$
$$V = 36 \times 1,09 = 39, \text{ об/мин};$$

Станок вертикально-фрезерный $n_{max} = 3150$ об/мин; $n_{min} = 63$ об/мин.

$$\varphi^{m-1} = \frac{n_{max}}{n_{min}}$$

$$\varphi^{11} = \frac{3150}{63} = 50 \Rightarrow \varphi = \sqrt[11]{50} = 1,4$$

Так как $\varphi = 1,4$, то принимаем $\varphi = 1,4$ [10].

$$\varphi^x = \frac{n}{n_{min}} = \frac{356}{63} = 5,7$$

В графе таблицы соответствующей $\varphi = 1,4$, находим ближайшее меньшее значение $\varphi^x = 5$ [10].

$$n_{np} = 63 \times 5 = 315 \text{ об/мин.}$$
$$v_{np} = \frac{3,14 \times 35 \times 315}{1000} = 34,62 \approx 35 \text{ м/мин}$$

Определяем скорость движения подачи S_m :

$$S_m = S_z \times z \times n_{np} = 0,04 \times 7 \times 315 = 88,2 \text{ мм/мин.}$$

Определяем мощность затрачиваемую на резание. Для $S_z = 0,04$ мм/зуб, ширины паза до 50 мм, глубине паза до 20 мм и S_m до 118 мм/мин $N_{табл} = 1$ кВт [10]. Для заданных условий обработки поправочный коэффициент на мощность $K_N = 1$, тогда $N_{рез} = N_{табл} = 1$ кВт.

Мощность электродвигателя $N_{дв} = 1,6$ кВт. $N_{см} = 1,6 \times (0,7 - 0,85) = 1,12 - 1,36$ кВт, так как ориентировочно принимаем $\eta_{см} = 0,7 - 0,85$ для станков с вращательным главным движением [10].

$$N_{рез} = 1 \text{ кВт} < N_{см} = 1,12 - 1,36 \text{ кВт.}$$

Следовательно установленный режим резания по мощности осуществим.

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_m}$$

$$T_o = \frac{63}{88,2} = 0,714 \text{ мин}$$

Расчет режимов резания при нарезании резьбы

Инструмент – резец токарный канавочный специальный;

Определяем величину рабочих ходов перемещения инструмента $L_{p.x}$.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

1) продольное движение суппорта:

$$L_{p.x} = l + l_1 + l_2 \text{ мм}$$

где l_1 – величина врезания, [10];

l_2 – величина перебега,

а) для $l = 50$ (черновая – 4 раза) мм: $l_1 = 2$ мм, $l_2 = 0$ мм, так как осуществляем обтачивание до торца.

б) для $l = 50$ (чистовая – 2 раза) мм: $l_1 = 2$ мм, $l_2 = 0$ мм, так как осуществляем обтачивание до торца.

$$L_{p.x(\text{прод})} = 52 \times 4 + 52 \times 2 = 312 \text{ мм.}$$

Устанавливаем число проходов – 4 черновых и 2 чистовых. Припуск на одном черновом проходе будет составлять 0,45 ($t_{\text{черн}} = 0,45$), а на чистовом 0,1 ($t_{\text{чист}} = 0,1$). При нарезании винтовых канавок подача будет равна шагу резьбы, т.е. 10 ($s = 10$ мм/об). Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами резца. Для стали с $\sigma_s = 610$ МПа, наружной резьбы точности 2-го класса и шага $P = 10$ мм $V_{\text{табл}} = 35$ м/мин [10].

$$v_u = v_{\text{табл}} \times K_v = v_{\text{табл}} \times K_{u.v} K_{s.v} K_{c.v} \text{ м/мин}$$

где $K_{u.v} = 1$ – коэффициент, учитывающий марку твердого сплава [10];

$K_{s.v} = 1$ – коэффициент, учитывающий вид подачи резца [10], так как радиальное врезание;

$K_{c.v} = 0,75$ – коэффициент, учитывающий способ нарезания треугольной резьбы [10].

Нарезание осуществляем одним резцом.

$$v_u = 35 \times 0,75 = 26,25 \text{ м/мин;}$$

$$n = \frac{1000 \times 26,25}{3,14 \times 84} = 130 \text{ об/мин;}$$

Фактические режимы резанья с учетом специализированных охлаждающих жидкостей на 9 % выше расчетных результатов. Следовательно:

$$n = 130 \times 1,09 = 142 \text{ об/мин;}$$

$$V = 15 \times 1,09 = 16 \text{ об/мин;}$$

Определяем мощность затрачиваемую на резание. Для стали с $\sigma_s = 610$ МПа, наружной резьбы точности 8g (2-го класса) и шага $P = 10$ мм $N_{\text{табл}} = 3,5$ кВт [8].

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \times K_N = N_{\text{табл}} \times K_{u.N} K_{s.N} K_{c.N} ,$$

где $K_{u.N} = 1$ – коэффициент, учитывающий марку твердого сплава [10];

$K_{s.N} = 1$ – коэффициент, учитывающий вид подачи резца [10], так как радиальное врезание;

$K_{c.N} = 0,75$ – коэффициент, учитывающий способ нарезания треугольной резьбы [10].

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Нарезание осуществляем одним резцом.

$$N_{рез} = 3,5 \times 0,75 = 2,625 \text{ м/мин};$$

Мощность электродвигателя $N_{дв} = 6$ кВт.

Мощность на шпинделе по приводу $N_{см} = 5$ кВт, так как ориентировочно принимаем $\eta_{см} = 0,7 - 0,85$ для станков с вращательным главным движением [10].

$$N_{рез} = 2,625 \text{ кВт} < N_{см} = 5 \text{ кВт}.$$

Следовательно установленный режим резания по мощности осуществим.

Рассчитаем основное время:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n_o \times P}$$

$$T_o = \frac{624}{140 \times 10} = 0,45 \text{ мин};$$

Расчет режимов резания при сверлильной

Обработка осуществляем на вертикально-сверлильном станке 2Н125. Инструмент используемый в данном случае это сверло ГОСТ 14952-78 $d = 6$ мм, $L = 50$ мм, $l_0 = 10$ мм [10]. Материал инструментов быстрорежущая сталь (ГОСТ 25819-82).

Угол наклона спирали $\omega = 24^\circ$, так как осуществляется обработка стали 40Х ГОСТ 4543-71 [10].

Задний угол $\alpha = 16^\circ$ так как диаметр сверла 5 мм [10].

Главный угол в плане $2\varphi = 118^\circ$ так как осуществляется обработка стали 40Х ГОСТ 4543-71 [10].

Угол наклона поперечной кромки $\psi = 50^\circ$ так как осуществляется обработка стали 40Х ГОСТ 4543-71 [10].

Определяем длину рабочего хода сверла:

$$L_{p.x} = l + l_1 \text{ мм}$$

где $l_1 = 4$ мм, величина врезания и перебега [10];

$l = 10$ мм, длина отверстия.

$$L_{p.x} = 10 + 4 = 14 \text{ мм}$$

Назначаем подачу. При обработке заготовки из стали 40Х сверлом с диаметром 6 мм рекомендуется $S = 0,18 - 0,22$ мм/об [12]. Принимаем $S = 0,2$ мм/об.

Определяем период стойкости инструмента.

$$T = T_m \lambda$$

где T_m – стойкость инструментов наладки в минутах машинной работы станка. $T_m = 80$ мин [10];

λ – коэффициент времени резания.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{l}{L_{p.x.}} = \frac{10}{14} = 0,7;$$

$$T = 80 \cdot 0,7 = 53 \text{ мин};$$

Назначаем скорость главного движения резания. Расчет скорости резания производится с учетом поправочного коэффициента $K = 0,85$, гарантирующего получение расчетных значений стойкости режущих инструментов. Подаче $S = 0,2$ об/мм соответствует скорость $V_{табл.} = 20$ м/мин, так как поправочные коэффициенты равны единице то $V = V_{табл.} \times 0,85 = 17$ м/мин.

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 17}{3,14 \cdot 6} = 894 \text{ об/мин};$$

Определяем силу резания. Осевая сила резания для одного сверла $P = 350$ кг [11]. Значение осевой силы при четырех работающих одновременно сверлах равно 1400 кг. Это меньше силы резания, допустимой по паспорту станка (1600 кг). Мощность резания для одного сверла $N = 0,8$ кВт [11] $N = 1,4$ кВт.

Мощность электродвигателя $N_d = 2,2$ кВт

Мощность на шпинделе по приводу (для $n = 750$ об/мин) $N_{см} = 2$ кВт, так как ориентировочно принимаем $\eta_{см} = 0,81$ [12].

$$N_{рез} = 1,4 \text{ кВт} < N_{см} = 2 \text{ кВт}.$$

Следовательно, установленный режим резания по мощности осуществим.

Расчет основного времени производится по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{n_{np} \cdot s_{np}}$$

$$T_0 = \frac{14}{850 \cdot 0,2} = 0,08 \text{ мин}.$$

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

В состав станочного приспособления входят поджимной центр, упор и зажимное устройство, состоящие из гидропалстового зажима и пневмокамеры (рисунок 3.1). Принцип действия зажимного приспособления заключается в следующем.

Заготовка устанавливается на оправку, состоящую из тонкостенной втулки и гидроплата. Зажим заготовки осуществляется тонкостенной втулкой через гидропласт, который расширяясь под действием давления штока-плунжера разжимает тонкостенную втулку и тем самым зажимает заготовку. В движение шток с плунжером приводится при помощи воздуха, который подается в рабочую часть пневмокамеры (с левой стороны). Разжим заготовки осуществляется подачей воздуха в правую часть пневмокамеры, перед этим с левой части давление снимается. Для поддержания заготовки с правой стороны предусмотрен поджимной центр, он приводится в движение по средствам вращения рукояти. Упор позиция 2 предназначения для фиксации положения заготовки при повороте ее на 180 градусов после первого установа.

При расчете данного приспособления использовалась следующая литература [4-5, 7, 11]. Для начала найдем окружную силу резания для фрезерной обработки по формуле:

$$P_z = \frac{C_p t^{x_p} s^{y_p} B^{u_p}}{D^g n^w} K_p, \text{ Н}$$

где: C_p , x_p , y_p , u_p , w , g – поправочные справочные коэффициенты и показатели степени (зависят от условий обработки и определяются по любой нормативно справочной литературе). Для наших условий обработки они равны $C_p = 30$; $x_p = 0,83$; $y_p = 0,65$; $u_p = 1$; $w = 0$; $g = 0,83$.

$t = 3,5$ мм – глубина резания;

$n_{np} = 315$ об/мин. – число оборотов шпинделя

$S_m = 176$ – минутная подача;

$S_z = 0,08$ мм/мин – подача;

Найдем тангенциальную составляющую силы резания P_z , подставив принятые ранее значения:

$$P_z = \frac{30 \cdot 3,5^{0,83} \cdot 0,08^{0,65} \cdot 8^1 \cdot 8 \cdot 1}{50^{0,83} \cdot 315^0} \approx 606,75 \text{ Н.}$$

Найдем другие составляющие силы резания – осевую P_x и радиальную P_y , через соотношения с тангенциальной силой резания:

$$P_x = (0,5 \dots 0,8) P_z = 1,1 \times 607 = 667;$$

$$P_y = (0,3 \dots 0,5) P_z = 0,6 \times 607 = 364;$$

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

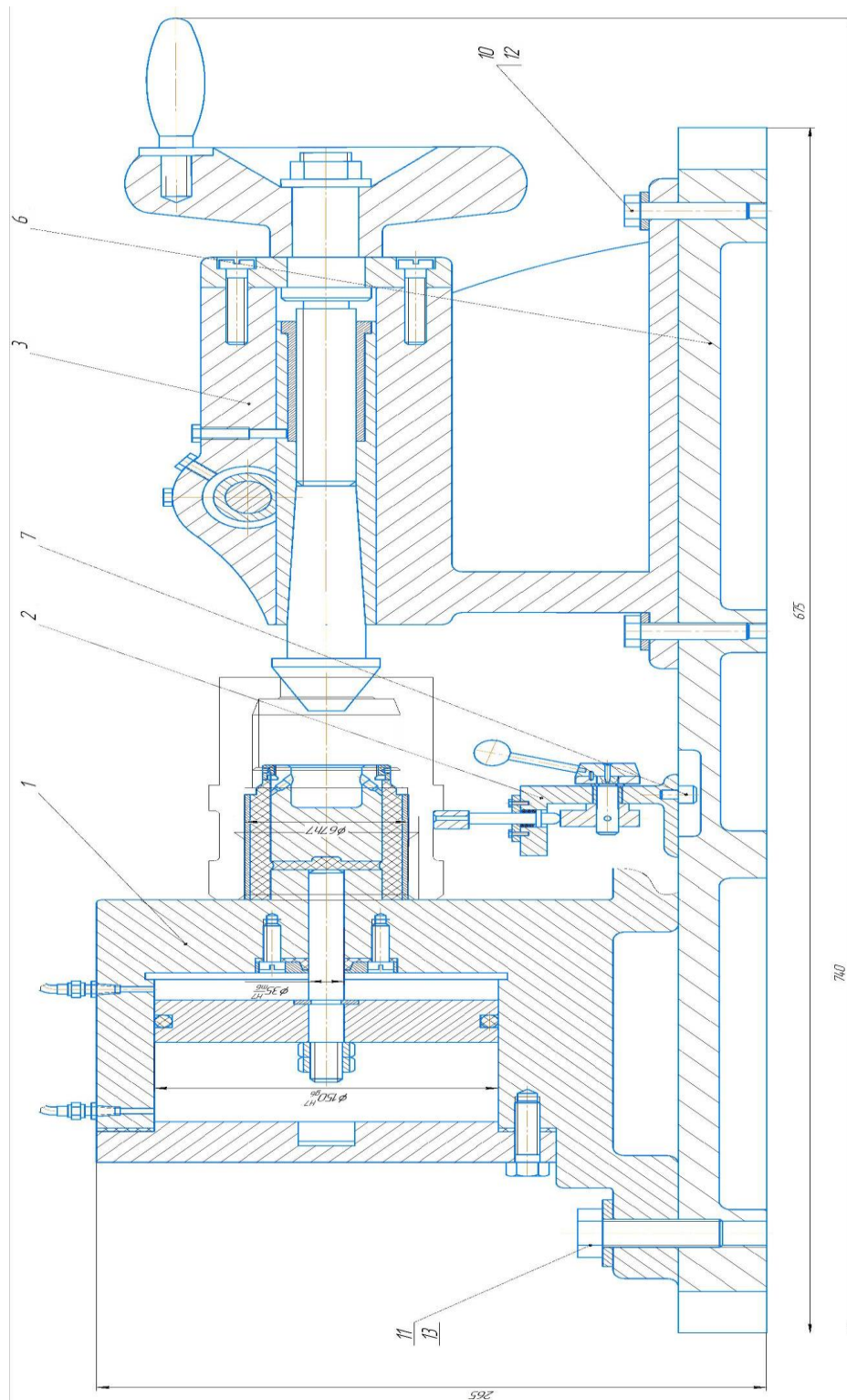


Рисунок 3.1 – Эскиз станочного приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

41

Тогда минимальные силы, необходимые для удержания заготовки от смещения в осевом направлении, можно найти по формуле:

$$\sum R_1 = \frac{2M_{np}}{d} \text{ и } \sum R_2 = P_0,$$

где M_{np} – момент закрепления, определяется по формуле:

$$M_{np} = \frac{P_z d_0}{2},$$

где d_0 – диаметр до обработки, $d_0 = 94$ мм;

P_z – тангенциальная составляющая силы резанья.

3.2 Проектирование и обоснование выбора режущего инструмента

Фрезы концевой типа используются для получения глубоких пазов, контурных выемок, лысок и т.п. Установка концевых фрез в металлорежущем оборудовании осуществляется по средствам конического / цилиндрического хвостовика в зависимости от диаметра инструмента. Главные режущие кромки у концевых фрез расположены на цилиндрических поверхностях, вспомогательные предназначены для защиты дна канавки. Концевые фрезы по большей части своей производятся или наклонными зубьями или с винтовыми для лучшего схода стружки [2].

В состав концевой фрезы (рисунок 3.2) входят

– режущая часть, которая снимает и направляет стружку, определяет процесс формообразования, что обеспечивает выполнения чертежа по точности и качеству;

– корпус с крепежной частью, который предназначен для установки инструмента в станке.

Режущая часть определяется используемым инструментальным материалом, габаритными размерами, числом и формой режущих зубьев, формой стружечных канавок, геометрий режущего клина и т.д. В нашем случае в качестве инструментального материала примем Р6М5, т.к. обрабатываемый материал у нас Сталь 40Х. Фреза для наших условий обработки принимается сборной, режущая часть Р6М5, а хвостовик Сталь 45. Соединение двух частей фрезы осуществляется по средствам стыковой сварки ГОСТ ИСО 857-1-2009. Размеры корпус фрезы определяются в соответствии с нормальными размерными рядами. Диаметр фрезы определяет скорость съема металла, т.к. например увеличением диаметра возрастает длина дуги контакта зуба, что приводит к увеличению толщины снимаемого припуска, теплоотвод возрастает и снижается время контакта режущего клина с заготовкой, что оказывает благоприятное воздействие на процесс резания.

В данной выпускной квалификационной работе проектируется концевая фреза для получения двух лысок на операции 010, выполняемой на вертикально-фрезерном станке. Ширина лысок 28 и глубина 3,5 мм. Принимаем диаметр фре-

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

зы 28 мм.

Число зубьев фрезы найдем по следующей формуле:

$$Z = \frac{\pi d}{t_z} = (0,3...1,3) \cdot d = 4,$$

где $d = 28$ – диаметр фрезы, мм;

$t_z = 4$ – шаг между соседними зубьями (определяется конструкцией зуба, объемом стружечной канавки и от диаметра не зависит);

Затем найдем число зубьев одновременно участвующих в работе:

$$Z_p = \frac{Z\varphi}{360^\circ} + \frac{B \cdot Z \operatorname{tg} \omega}{\pi d} \geq 3$$

где $\varphi = 12$ – угол контакта фрезы;

$B = 28$ – ширина фрезерования, мм;

$\omega = 30...45$ – угол наклона винтовых зубьев фрезы.

Тогда

$$Z_p = \frac{28 \cdot 2^\circ}{360^\circ} + \frac{28 \cdot 4 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ}{3,14 \cdot 50} \approx 2.$$

В дальнейшем найдем другие параметры фрезы:

– высота зуба равна

$$h = (0,06...0,025)d \approx 3, \text{ мм.}$$

– радиус канавки находится

$$R \geq \sqrt{\frac{S_z t k_c}{\pi}}$$

где $S_z = 0,08$ – подача на зуб, мм (определяется прочностью режущей кромки);

$t = 3,5$ мм – глубина резания, мм;

k_c – коэффициент размещения стружки (3...4).

$$R = \sqrt{\frac{0,08 \cdot 3,5 \cdot 4}{3,14}} \approx 1,25$$

– в геометрические параметры режущего инструмента входят

а) $\gamma_H = 15$ градусов – передний угол, мм;

б) $\alpha = 14$ градусов – задний угол;

в) $f = 2$, мм – ширина ленточки (принимается конструктивно).

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

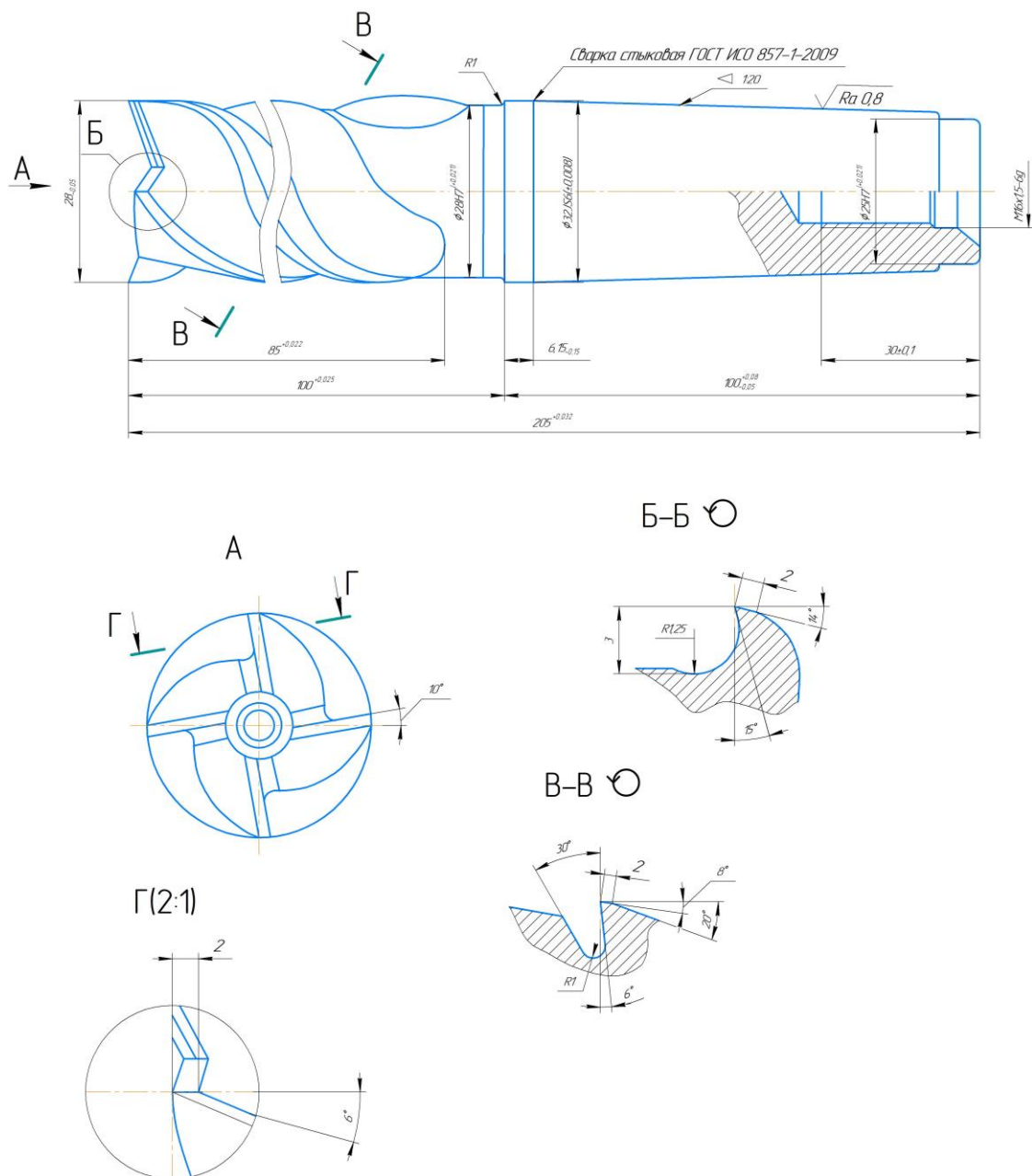


Рисунок 3.2 – Эскиз концевой фрезы

В приложение В приведено полное описание применяемого для изготовления детали переходник режущего инструмента, в графической части представлен плакат с режущем инструментом.

3.3 Описание работы контрольного приспособления

Данное приспособление применяется для контроля торцевого и радиального биения, которое представлено на рисунке 3.35. Оно имеет следующие габаритные размеры 515x340 и устанавливается на рабочее место контролера, при этом дополнительного крепления контрольной оснастки не требуется из-за массы. Приспособление имеет следующие технические возможности в виде усилия зажима детали равно 60 Н, при этом погрешность измерения составляет до 0,005. Данные

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

44

технические требования указаны на чертежи контрольного приспособления. Отметим также, что данное приспособление применяется при контроле других деталей представителей.

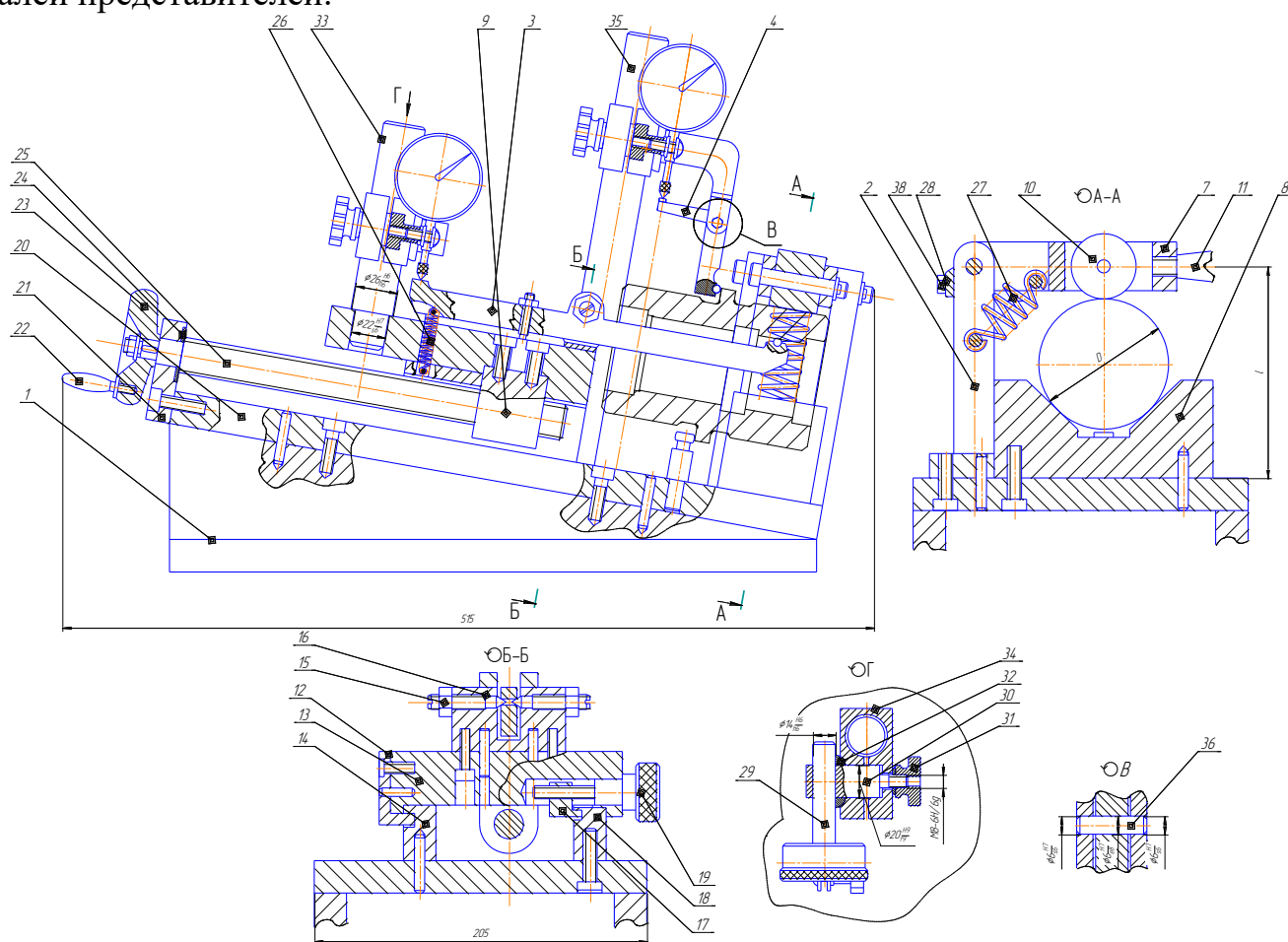


Рисунок 3.3 – Контрольное приспособление

Отвести прижимной ролик позиция 10 в верхнее положение. Положить проверяемую деталь (на рисунки она изображена тонкими линиями) на призму позиция 8 согласно схеме. Перевести прижимной ролик позиция 10 в нижнее положение, при этом ролик должен прижать проверяемую деталь к граням призмы позиция 8.

Подвести контрольный конец коромысла позиция 3 к проверяемому диаметру. Установить индикатор И40-10 ГОСТ 577-68 позиция 48 в кронштейн позиция 26. Тихонько проворачивать деталь пальцами левой руки, по указанию стрелки. Определить визуально радиальное биение по шкале индикатора. Биение должно быть не более 0,1 мм.

Отвести кронштейн позиция 26 и переустановить деталь согласно схеме. Установить штатив магнитный позиция 35 с индикатором и коромысло на каретку, настроить на измерение торцевого биения. Поворачивать деталь пальцами правой руки по часовой стрелке. Определить визуально торцевое биение, которое не должно быть более 0,02 мм. Удалить проверяемую деталь, предварительно отведя штатив, с индикатором.

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

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки

Определим состав участка перед тем как сделать планировку участка.

Состав отделений участка находится в прямой зависимости от вида и размера производства, технических возможностей завода. Чаще всего в состав участка входит складское помещение, на котором хранятся заготовки, готовая продукция, инструмент, технологическая оснастка и т.д. Иногда данные помещения объединены и разграничены по группам хранимых изделий. На складе заготовок хранят запас заготовок, который необходим для бесперебойной работы участка в течение определённого времени. Определим площадь склада заготовок по следующей формуле []:

$$S_{\text{ск.з.}} = \frac{Q_3 \cdot t_1}{D \cdot q_1 \cdot k_1},$$

где $S_{\text{ск.з.}}$ – площадь склада заготовок, м²;

Q_3 – масса заготовок, обрабатываемых на участке в течение года, т;

t_1 – запас хранения заготовок в днях, по нормативам $t = 12$ дней;

D – число рабочих дней в году (принимается 251 день);

q_1 – средняя грузонапряжённость площади склада, по нормативам $q = 4,0$ т/м²;

k_1 – коэффициент использования полезной площади при обслуживании транспортом, для мостового крана $k = 0,5$.

Определим общую массу заготовок по следующей формуле:

$$Q_3 = N \cdot Q_{\text{заг}}.$$

Тогда

$$Q_3 = 15000 \cdot 0,00332 = 49,8 \text{ т.}$$

$$S_{\text{ск.з.}} = \frac{49,8 \cdot 12}{251 \cdot 4,0 \cdot 0,5} = 1,2 \text{ м}^2.$$

Из-за малости площади разместим склад заготовок в общецеховом складе.

Для хранения заготовок между операциями предусмотрим на участке межоперационный склад (хранение полуфабрикатов). Найдем его площадь в зависимости от веса детали $Q_{\text{сп}}$ (больше чистого веса деталей на 7 – 8%). Определим площадь межоперационного склада по следующей формуле:

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$S_{м.с} = \frac{Q_{ср} t_2 (i-1)}{D q_2 k},$$

где $S_{м.с}$ – площадь межоперационного склада, m^2 ;

$Q_{ср}$ – средний вес деталей, т;

t_2 – запас хранения заготовок в днях, $t_2 = 12$ дней;

i – среднее число операций, принимаем $i = 2$;

D – число рабочих дней в году, $D = 251$ дня;

q_2 – средняя грузонапряженность площади склада, $q_2 = 0,9 - 1,7$ т/ m^2 ;

k – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды, принимается складирование мостовым краном, $k = 0,5$;

Найдем средний вес деталей

$$Q_{ср} = N \cdot m_N \cdot 107\% .$$

$$Q_{ср} = 15000 \cdot 0.00332 \cdot 1,07 = 53,29 \text{ т.}$$

$$S_{м.с} = \frac{53,29 \cdot 12 \cdot 1}{251 \cdot 1 \cdot 0,5} = 5,1 \text{ м}^2.$$

Склад готовой продукции служит для наполнения и размещения готовых деталей. Найдем площадь склада готовой продукции по следующей формуле:

$$S_{с.д.} = \frac{Q_d \cdot t_3}{D \cdot q_3},$$

где $S_{с.д.}$ – площадь склада готовых деталей, m^2 ;

Q_d – чистый вес готовых деталей, т;

t_3 – запас хранения деталей в днях, $t_3 = 15$ дней;

D – число рабочих дней в году, $D = 251$ дня;

q_3 – средняя грузонапряженность площади склада, $q_3 = 1,5 - 2,5$ т/ m^2 .

Чистый вес детали находится по формуле:

$$Q_d = N \cdot Q .$$

$$Q_d = 15000 \cdot 0,00208 = 31,2 \text{ т.}$$

$$S_{с.д.} = \frac{31,2 \cdot 15}{251 \cdot 2} = 0,93 \text{ м}^2.$$

Из-за малости площади разместим склад готовых деталей в общецеховом

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

складе. Отметим, что перемещение деталей по пролету реализуется при помощи крана, со станка на станок при помощи рольганга.

Для снабжения рабочих мест используется инструментально-раздаточная кладовая (ИРК), площадь которой находится в прямой зависимости от производственной площади используемого на участке оборудования для механической обработки деталей. На один станок примем $0,8 \text{ м}^2$ и на одно технологическое приспособление $0,7 \text{ м}^2$, в результате общая площадь ИРУ составит $(0,8+0,7) \cdot 10 = 15 \text{ м}^2$. Полученная площадь ИРК входит в площадь цеха.

Определим площадь контрольного отделения, которая находится в зависимости от числа контролеров (на одного контролера укрупнено принимается $5...6 \text{ м}^2$ площади). Для нашего участка площадь контрольного отделения будет равна 6 м^2 .

На проектируемом участке предусмотрено автоматизированное удаление стружки при помощи шнекового конвейера. Также предусмотрено удаление стружки из зоны резания, транспортирование ее от оборудования к месту складирования, сортировка и утилизация.

Найдем габаритные размеры проектируемого участка. Ширина пролета здания цеха, где будет расположено все используемое металлорежущие оборудование, равно 12 м (выбрали из стандартного ряда с учетом габаритов используемых станков). Высота пролета зависит от размеров используемого оборудования и габаритные размеров изготавливаемых изделий (не для нашей детали), от размеров мостового крана. Принимаем высоту проектируемого участка равной 12 500 .

Определим укрупненную площадь участка с учетом удельной площади, приходящейся на единицу оборудования. В среднем для единицы оборудования принимаем $20...25 \text{ м}^2$. Тогда укрупненная площадь будет равна 200 м^2 .

Длина проектируемого участка находится по следующей формуле:

$$L = \frac{S_{\text{укр}}}{a},$$

где L – длина участка, м;

a – ширина участка с вычетом ширины проезда, $a = 8,2 \text{ м}$.

$$L = \frac{200}{8,2} = 24,39 \text{ м}.$$

Укрупненная площадь используется для разработки планировки участка.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Описание планировки участка по изготовлению детали «Переходник»

На рисунке 4.1 представлена планировка участка по изготовлению детали «Переходник». Движение заготовок и готовых деталей на рисунке показано стрелками. Ящики с заготовками поступают из литейного цеха при помощи робокара. Дальше они поступают на цеховой склад, предназначенный для хранения готовых изделий и заготовок. Из цехового склада заготовки поступают в ящик под номером один, находящегося у токарного центра. Установка, переустановка и снятие деталей на станки осуществляется автоматически при 2-х помощи промышленных роботов. На участке также располагается моечная машина и участок контроля. Контрольный участок отделен от всего цеха для создания условий для проведения контрольных измерений (сглаживаются следующие факторы – температура, шум, вибрации и др.). Стружка складировается в специальные контейнеры и по средствам робокара перевозится в пункты переработки стружки. На участке также имеются места подвода и приема отработанных средств (СОТС, воздух, электроэнергия и др.). На участке предусмотрены средства пожара тушения (огнетушители, пожарный шит, ящик с песком) и аптечки.

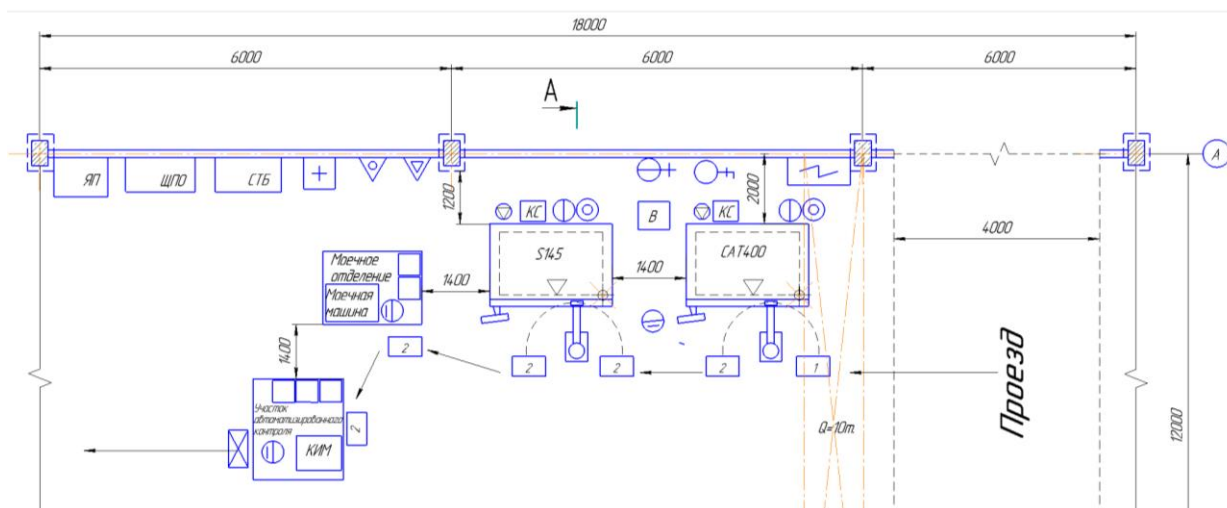


Рисунок 4.1 – Планировка участка по изготовлению детали «Переходник»

4.2 Описание мероприятий по охране труда

Анализ опасных и вредных производственных факторов:

1) Шумовое загрязнение, создаваемое работающим оборудованием.

Шумом называется сочетание звуков разной интенсивности, оказывающий негативное воздействие на нервную систему человека. Значения уровня шума для постоянных рабочих мест должны соответствовать требованиям ГОСТа 12.1.003-83 ССБТ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР

Лист

49

Все применяемое оборудование является серийным, следовательно, уровень шума, производимого данным оборудованием, не должно превышать установленных норм.

2) Вибрации, возникающие при работе оборудования.

Вибрацией называется колебание механической системы в результате совокупного воздействия случайных и неуравновешенных сил. Вибрация обладает негативным воздействием на организм работника. Допустимые значения вибрации должны соответствовать требованиям ГОСТа 12.1.012-90 ССБТ.

Все применяемое оборудование является серийным, следовательно, уровень вибрации должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ, и не превышать допустимый.

3) Смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), применяемая в технологическом процессе.

Применение СОЖ нашло широкое распространение при проведении процессов механической обработки на металлорежущих станках. Подача СОЖ в процессе механической обработки способствует:

- повышению режимов резания;
- увеличению стойкости инструмента;
- снижению запыленность рабочей зоны.

В качестве СОЖ в основном применяется эмульсионный раствор на водной основе. Подача СОЖ в рабочую зону осуществляется преимущественно методом полива.

Техника безопасности

Меры и средства защиты

Коллективные средства защиты. Виды и способы применения.

Средствами коллективной защиты (СКЗ) называются технические средства, устройства, оборудование, а также определенные мероприятия, позволяющие предотвратить или уменьшить воздействие на работников вредных и опасных производственных факторов.

СКЗ подразделяются на оградительные, предохранительные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, знаки безопасности.

В зависимости от назначения СКЗ бывают:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест, локализации вредных факторов, отопления, вентиляции;
- средства нормализации освещения помещений и рабочих мест;
- средства защиты от ионизирующего излучения;
- средства защиты от инфракрасного излучения;
- средства защиты от ультрафиолетового и электромагнитного излучения;
- средства защиты от лазерного излучения;
- средства защиты от шума и ультразвука;
- средства защиты от вибрации;

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства защиты от высоких и низких температур;
- средства защиты от воздействия механических факторов;
- средства защиты от воздействия химических факторов;
- средства защиты от воздействия биологических факторов.

Основным назначением оградительных устройств является предотвращение случайного попадания человека в опасную зону. Оградительные устройства так же широко применяются для изоляции движущихся частей машин и механизмов. Оградительные устройства делятся на стационарные, подвижные и переносные.

Основным назначением предохранительных устройств является автоматическое отключение оборудования при отклонении от нормального режима работы либо при попадании человека в опасную зону. Предохранительные устройства делятся на блокирующие и ограничительные. Блокирующие устройства, в свою очередь, делятся по принципу действия на электромеханические, фотоэлектрические, электромагнитные, радиационные, механические.

Одним из видов предохранительных устройств, получивших широкое распространение, являются тормозные устройства. Они могут быть ручные, ножные, полуавтоматические и автоматические. Тормозные устройства подразделяются на колодочные, дисковые, конические и клиновые. Наибольшее распространение получили колодочные и дисковые тормоза.

Информационные, предупреждающие, аварийные устройства автоматического контроля и сигнализации так же очень важны для обеспечения условий безопасной и надежной работы оборудования. Устройствами контроля называют приборы для измерения таких факторов, характеризующих работу машин и оборудования, как давление, температура, статические и динамические нагрузки. Все системы сигнализации делятся на:

- звуковые;
- световые;
- цветовые;
- знаковые;
- комбинированные.

С целью защиты от поражения электрическим током на производстве нашли широкое применение следующие технические меры:

- малые напряжения;
- электрическое разделение сети;
- контроль и профилактика повреждения изоляции;
- защита от случайного прикосновения к токоведущим частям;
- защитное заземление;
- защитное отключение;
- индивидуальные средства защиты.

Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) — это средства защиты,

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

применяемые работниками для защиты органов зрения, дыхания или кожных покровов от воздействия вредных и опасных производственных факторов. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты регламентировано Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, утвержденными постановлением Минтруда России от 25.12.97 № 66.

В зависимости от назначения СИЗ подразделяются на:

- изолирующие костюмы (пневмокостюмы; гидроизолирующие костюмы; скафандры);
- средства защиты органов дыхания (противогазы; респираторы; пневмошлемы; пневмомаски);
- специальную одежду (комбинезоны, полуккомбинезоны; куртки; брюки; костюмы; халаты; плащи; полушубки, тулупы; фартуки; жилеты; нарукавники);
- специальную обувь (сапоги, ботфорты, полусапожки, ботинки, полуботинки, туфли, галоши, боты, бахилы);
- средства защиты рук (рукавицы, перчатки, нарукавники);
- средства защиты головы (каска; шлемы, подшлемники; шапки, береты, шляпы);
- средства защиты лица (защитные маски; защитные щитки);
- средства защиты органов слуха (противошумные шлемы; наушники; вкладыши);
- средства защиты глаз — защитные очки;
- предохранительные приспособления (пояса предохранительные, диэлектрические коврики, ручные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники);
- защитные, дерматологические средства (моющие средства; пасты; кремы; мази).

Требования безопасного ведения процесса

Основные мероприятия, которые требуется проводить при использовании СОЖ:

- убедиться в наличии разрешения санитарно-эпидемиологического надзора на состав применяемой СОЖ;
- убедиться в том, что СОЖ выполнена на водном растворе, ее антимикробная защита и пастеризация удовлетворит требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ.
- приготовление и подача СОЖ к станкам должна быть централизованной;
- периодичность промывки систем для подачи СОЖ должна проводиться не реже 2 раз в год;
- все станки должны быть оборудованы специальными сборниками и защитными экранами;
- помещения должны быть оборудованы общеобменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляционной системы должна составлять 850-900 м³/час на один станок;

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

– все рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты для защиты кожных покровов;

– всем рабочим необходимо проводить санитарный инструктаж.

Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности.

Установка заготовок на всех операциях выполняется с помощью рабочих. Перемещение заготовки от одного станка к другому производится с помощью электрокара и кран-балки. Отвод стружки от станков осуществляется с помощью тележек. Надзор за выполнением требований технологического процесса осуществляется инженерно-технологическими работниками предприятия (ИТР).

Технические средства и организационно-технические мероприятия по защите персонала от подвижных частей оборудования и разлетающейся в процессе резания стружки. Для регламентированного технологического процесса предусмотрены следующие виды защиты:

– ограничивающие доступ к опасным частям оборудования. Для этих целей применяются защитные кожухи, щиты, решетки, сетки. Ограждения должны быть достаточно прочными, надежно крепиться к фундаменту или частям машины;

– предохранительные виды защиты, автоматически отключающие оборудование при превышении какого-либо параметра выше регламентных границ;

– сигнализирующие, например окраска опасных частей оборудования в красный цвет;

– использование защитных очков, щитков и экранов для защиты от разлетающейся стружки.

Мероприятия по созданию условий безопасной эксплуатации режущего инструмента.

С целью обеспечения условий безопасной эксплуатации режущего инструмента важно регулярно следить за состоянием инструмента, проверять надежность крепления резцов в расточных оправках и твердосплавных ножей в сборных инструментах [1].

Мероприятия по обеспечению электробезопасности.

Под электробезопасностью подразумевается система организационно-технических мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту персонала от опасного воздействия электрического тока.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него негативное электролитическое, термическое и биологическое воздействие, вызывая у человека местные и общие травмы.

В соответствии с ПУЭ помещение участка механической обработки относится к особо опасному с точки зрения электрической безопасности. Основными причинами несчастных случаев на участке являются:

а) случайное касание или приближение работника на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

б) возникновение напряжения в результате повреждения изоляции на металлических частях оборудования, кожухах, корпусах;

г) появление напряжения на поверхности земли в результате замыкания токоведущего провода на землю.

На действующем производственном участке требуется проводить следующие мероприятия по электробезопасности:

а) для предохранения электроустановок от чрезмерной утечки токов, исключения возможности возникновения пожаров, а так же защиты людей от поражения электрическим током требуется изолировать все токоведущие части;

б) обеспечить недоступность для случайного касания токоведущих частей;

в) для защиты персонала от поражения электрическим током при повреждении изоляции, необходимо применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной;

г) для обеспечения быстрого отключения поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания требуется использовать зануление;

д) для обеспечения невозможности появления напряжения относительно земли на корпусе машины необходимо выполнять заземление нейтрали;

к) требуется проводить персоналу периодические инструктажи на рабочем месте с изложением основных требований безопасности;

л) обязательный контроль ответственным лицом исправности проводника защитного заземления или зануления, а так же наличие трапа у станка;

з) полный запрет обслуживающему персоналу проводить самостоятельный ремонт электрооборудования;

п) привлекать к ремонту электрооборудования допускается только лиц из состава электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж и сдавших экзамен на рабочее место.

Мероприятия по пожарной безопасности

Неконтролируемый процесс горения вне специально отведенного места, наносящий материальный ущерб, называется пожаром.

Для возникновения условий возникновения пожара необходимы горючее вещество, окислитель и источник возгорания.

Основными опасными факторами при пожаре являются:

- повышенная температура воздуха и предметов;
- открытый огонь и искры;
- токсичные продукты горения;
- дым;
- взрывы;
- повреждения и разрушения зданий и сооружения.

Оценка пожарной опасности участка.

Спроектированный участок размещается в помещении категории Д по пожарной опасности. К помещениям данной категории относятся помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

состоянии [1].

Пожары на спроектированном участке возможны по следующим причинам:

1) Проведение процессов металлообработки связано с применением масел, используемых для смазки станков и гидроприводов.

2) Недостатки в эксплуатации технологического оборудования, системы электроснабжения, освещения, вентиляции, отопления.

3) Возможные нарушения требований пожарной безопасности, связанные с курением на рабочем месте, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки оборудования, помещения и первичных средств пожаротушения.

4) Неудовлетворительное состояние сборников промасленной ветоши, несвоевременная уборка пролитых масел.

Выбор первичных средств пожаротушения.

На спроектированном участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

– огнетушитель углекислотный ОУ-3 (2 шт.), применяется для тушения электроустановок;

– огнетушитель водно-пенный ОВП-5 (2 шт.), применяемый для тушения горячей масляной ветоши и других очагов горения, не находящихся под напряжением;

– ящик с песком;

– кусок асбестового полотна 2х2 м.;

– ломы (2 шт.);

– багры (2 шт.);

– топоры (2 шт.).

Профилактические мероприятия, предупреждающие возникновение пожара на участке.

Пожарной профилактикой называется комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров и уменьшение его последствий. Пожарная профилактика осуществляется по следующим основным направлениям:

1) устранение или минимизация непосредственных или косвенных причин возникновения пожара в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;

2) ограничения возможности распространения пожара и возникновения взрыва;

3) обеспечение беспрепятственной эвакуации персонала и оборудования из горящего здания;

4) обучение персонала быстрому разворачиванию действий по пожаротушению;

5) разработка и актуализация наглядных пособий по пожарной безопасности;

6) разработка и актуализация инструкций по пожарной безопасности.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе выполнен анализ базового технологического процесса детали «переходник». В процессе анализа выявлены недостатки: на чертеже детали, в некоторых технологических картах, по размерному анализу имеется множество недочетов. Также по результатам расчета производство является незагруженным. Во второй главе сделаны предложения по проектированию нового технологического процесса. Разработан новый маршрутный технологический процесс для серийного производства, где произведена концентрация операций, замена старого оборудования на новое прогрессивное оборудование с числовым программным управлением. Спроектированы новые операционные эскизы, где выполнена концентрация переходов. Обеспечивается точность при производстве детали. Произведен выбор режущего инструмента для всех переходов и расчет режимов резания, назначение норм времени.

В дипломной работе произведен расчет и описание режущего инструмента (фреза концевая). Спроектировано станочное приспособление на фрезерную операцию. Разработан чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить торцевое и радиальное биение. В последней главе разработана планировка участка, на котором оборудование расставлено по цепочке, учтены санитарно-гигиенические нормы, средства пожаротушения на участке.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акулин, Д.Ф. Основы техники безопасности и противопожарной безопасности в машиностроении / Д.В. Акулин, Б.В. Туманов. – М.: Машиностроение, 1992. – 158 с.
2. Астафьев, А.Ф. Инженерная справочная книга. Главная редакция машиностроительной и автотракторной литературы / А.Ф. Астафьев. – М.: Машиностроение, 1937. – 540 с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1968 г. – 547 с.
4. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – М.: Машиностроение, 1966. – 320 с.
5. Белоусов, А.П. Проектирование приспособлений / А.П. Белоусов. – М.: Машиностроение, 1964. – 188 с.
6. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков / А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
7. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбачевич. – Минск: Высшая школа, 1975. – 288 с.
8. Ординарцев, И.А. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
9. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с., ил.
10. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т / А.Г. Косилов, Р.К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1972. – 694 с.
11. Мясников Ю.И. Проектирование технологической оснастки, в 4-х частях: Учебное пособие, – Челябинск.: Издательство ЧГТУ, 1996.
12. Нефедов, Н.А. . Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учебное пособие / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
13. Панов, А.А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
14. Справочник конструктора – инструментальщика. /Под общ. ред. В.И. Баранчиков. – М.: Машиностроение, 1994. – 560 с.

					15.03.05.2021.425.00.000 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57