

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Кафедра технологии автоматизированного машиностроения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ / В.И. Гузеев
« ___ » _____ 20__ г.

Проектирование участка механической обработки детали «Крышка стартера» с
разработкой конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–1503.05.2018.290.00. ПЗ ВКР

Руководитель работы
И.С. Болдырев
« ___ » _____ 20__ г.

Автор работы
студент группы ПЗ-551
М.Р. Зиннатов
« ___ » _____ 20__ г.

Нормоконтролер
А.В. Выбойщик
« ___ » _____ 20__ г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

М.Р.Зиннатов. Проектирование участка механической обработки детали «Крышка стартера» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения». – Челябинск: «ЮУрГУ (НИУ)»; 2018, 92с. 37ил. библиогр. список – 19 наим., 10 листов чертежей ф. А1, карт технологического процесса.

В данном дипломном проекте требуется спроектировать участок механической обработки детали «Крышка стартера» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения. Для этого нужно провести анализ служебное назначения и определить на технологичность деталь. Произвести анализ действующего техпроцесса. Разработать маршрут, план операций и переходов проектного техпроцесса. Произвести выбор оборудования и способ получения исходной заготовки. Произвести размерный анализ проектного техпроцесса, рассчитать режимы резанья и нормы времени.

А также нужно спроектировать и произвести расчет станочного приспособления и режущего инструмента. Выбрать и обосновать конструктивные параметры контрольного приспособления, проанализировать и описать его работу.

Разработать планировку участка, описать его работу. Разработать мероприятия по охране труда.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Зиннатов М.Р.			Проектирование участка механической обработки детали «Крышка стартера»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Болдырев И.С.					6	92
<i>Н. Контр.</i>		Выбойщик А.В.				ЮУрГУ Кафедра «ТАМ»		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	12
1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле.....	12
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.....	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
2.1 Анализ технологичности детали.....	15
2.2 Анализ действующего техпроцесса изготовления детали.....	17
2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса.....	17
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	22
2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса.....	33
2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	35
2.3 Разработка проектного техпроцесса.....	36
2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса.....	36
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	37
2.3.3 Выбор исходной заготовки.....	40
2.3.4 План операции и переходов проектного техпроцесса	42
2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.....	47
2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени.....	50
2.3.7 Расчет потребного оборудования.....	57
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	60
3.1 Проектирование и расчет станочного приспособления.....	60
3.2 Проектирование и расчет режущего инструмента.....	71
3.3 Анализ, описание работы, выбор и обоснование конструктивных параметров контрольного приспособления.....	79

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	81
4.1 Описание работы участка.....	81
4.2 Мероприятия по охране труда.....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схема размерного анализа базового техпроцесса	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Схема размерного анализа проектного техпроцесса	
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Чертеж крышки стартера	
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Чертеж заготовки	
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Схема сравнение техпроцессов	
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Расчетно-технологические карты	
ПРИЛОЖЕНИЕ Ё. Чертеж цангового патрона	
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Чертеж контрольного приспособления	
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Чертеж комбинированное сверло	
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Планировка участка.	

ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении созданы и освоены новые системы современных, надежных и эффективных машин для комплексной автоматизации производства, что позволяет выпускать продукцию высокого качества с наименьшими затратами труда. Увеличился выпуск автоматических линий, новых видов машин и аппаратов, отвечающих современным требованиям.

Непрерывно совершенствуется технология, средства производства машин и других изделий. Осваиваются гибкие переналаживаемые производства и системы автоматизированного проектирования, автоматические линии, машины и оборудование со встроенными средствами микропроцессорной техники, роботизированные технологические и роторные комплексы. Обеспечивается создание и освоение производства техники новых поколений, позволяющей многократно повысить производительность труда, улучшить его условия, снизить материальные затраты.

Обеспечивается создание и освоение производства техники новых поколений, позволяющей многократно повысить производительность труда, улучшить его условия, снизить материальные затраты. Быстрый рост машиностроения – важнейшей отрасли промышленности определяет темпы переоснащения производства новой техникой и вызывает необходимость дальнейшего совершенствования технологии машиностроения. Автоматизация процессов механической обработки деталей машин является одной из важнейших задач, стоящих перед промышленностью. Она позволяет обеспечить высокие темпы роста производительности труда, повышение качества продукции, улучшение условий труда. Одним из наиболее эффективных средств современной автоматизации является созданное легко переналаживаемое металлорежущее оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ), промышленными роботами (ПР), создание гибких производственных систем (ГПС), позволяющие осуществлять автоматизацию.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Развитие новых прогрессивных процессов обработки способствует конструированию более современных машин и снижению их себестоимости.

Актуальна задача повышения качества выпускаемых машин и, в первую очередь, их точности. В машиностроении точность имеет особо важное значение для повышения эксплуатационного качества машин. Отечественная станкостроительная промышленность создала высокопроизводительные станки различного технологического назначения и прогрессивные конструкции режущего инструмента, обеспечивающие высокую эффективность и точность обработки. Станки с ЧПУ имеют ряд преимуществ, по сравнению с универсальными сокращается вспомогательное и машинное время обработки, исключается предварительное ручные разметочные и доводочные операции, упрощается и удешевляется специальная оснастка, так как точность обработки обеспечивается точностью самих станков, сокращается время наладки и переустановки заготовок и т.д. Станки с ЧПУ с автоматической сменой инструмента имеют дополнительные преимущества. Улучшаются условия многостаночного обслуживания. Повышается производительность станков, т.к. автоматическая смена инструментов, как правило, совмещается частично или полностью с выполнением команд на установку координат, переключение ступеней частоты вращения шпинделя, подач и т.д. Растет эффективность использования станков благодаря сокращению времени наладки, смены инструмента и контроля размеров деталей.

Целью данной дипломной работы является разработка прогрессивного технологического процесса изготовления детали «Крышка стартера» разработкой конструкторско-технологического оснащения.

С целью реализации поставленной цели в данной дипломной работе необходимо решить следующие задачи:

- 1) описать узел и работу детали в узле;
- 2) описать служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней;
- 3) проанализировать технологичность детали;

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

4) проанализировать действующий технологический процесс, оборудование, режущий инструмент, оснастку. На основании осуществленного анализа сделать выводы и предложения по разработке проектного техпроцесса.

5) на основании вывод анализа базового технологического процесса разработать технологический процесс изготовления детали «Крышка стартера». Для этого необходимо решить следующие задачи:

а) произвести выбор исходной заготовки;

б) составить план операций и переходов проектного техпроцесса;

в) произвести расчет припусков (размерный анализ);

г) произвести расчет режимов резания и норм времени;

д) произвести расчет потребного количества оборудования.

6) создать планировку участка, на котором будет реализовывать проектный технологический процесс;

7) разработать станочное приспособление для разработанного технологического процесса (одной операции);

8) спроектировать режущий инструмент для разработанного технологического процесса;

9) произвести выбор и обоснование конструктивных параметров контрольного приспособления.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла, работа детали в узле

Стартер предназначен для запуска дизельных двигателей от аккумуляторных батарей. Стартеры-электродвигатели постоянного тока, последовательного возбуждения, с приводами инерционного типа, которые обеспечивают автоматический выход шестерни стартера из зацепления с маховиком, при частоте его вращения, превышающей частоту вращения шестерни стартера. Привода стартеров снабжены фрикционными муфтами. Стартеры рассчитаны для кратковременной работы от стартерных батарей. Пуск стартеров дистанционный, производится пусковой кнопкой и пусковым реле. Ниже представлены технические характеристики «Таблица 1.1».

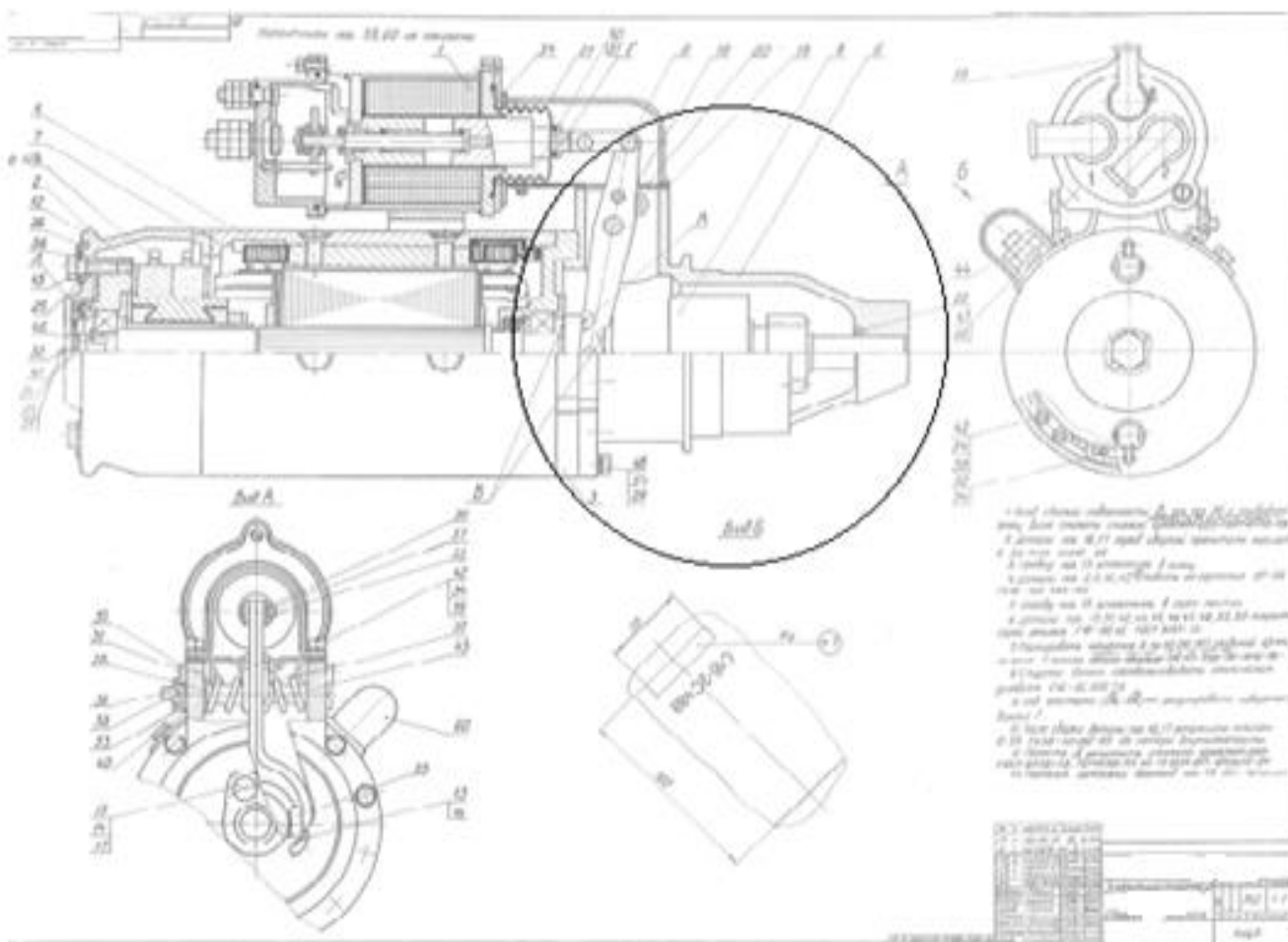


Рисунок 1.1- Чертеж стартера

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Таблица 1.1 - Технические характеристики стартера

Показатель	Значение
1.Номинальное напряжение, В	48
2.Номинальная мощность. Вт	12000
3.Номинальная частота вращения, об/мин.	2200
4.Направление вращения	правое
5.Схема соединения	однопроводное
6.Режим работы. ПВ, %	32-3
7.Масса, кг	39,2
8.Количество выходных концов вала	1
9.Вылет хвостовика L, мм	25
10.Число зубьев шестерни, Z	11
11.Модуль, m	3,75

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Крышка со стороны привода (рисунок 1.2), является одной из ответственных деталей стартера (см. рисунок 1.1), определяющих взаимное расположение и точность перемещения подвижных деталей и узлов во время эксплуатации механизма. Крышка служит защитным элементом, он предохраняет вал и хвостовик (от ударных нагрузок, попадания пыли и грязи, а также от других факторов, вызывающих повышенный износ деталей или ухудшающих условия эксплуатации. К данной детали предъявляются такие требования, как точность и соосность главных отверстий, а также плоскостность, параллельность и перпендикулярность базовых плоскостей.

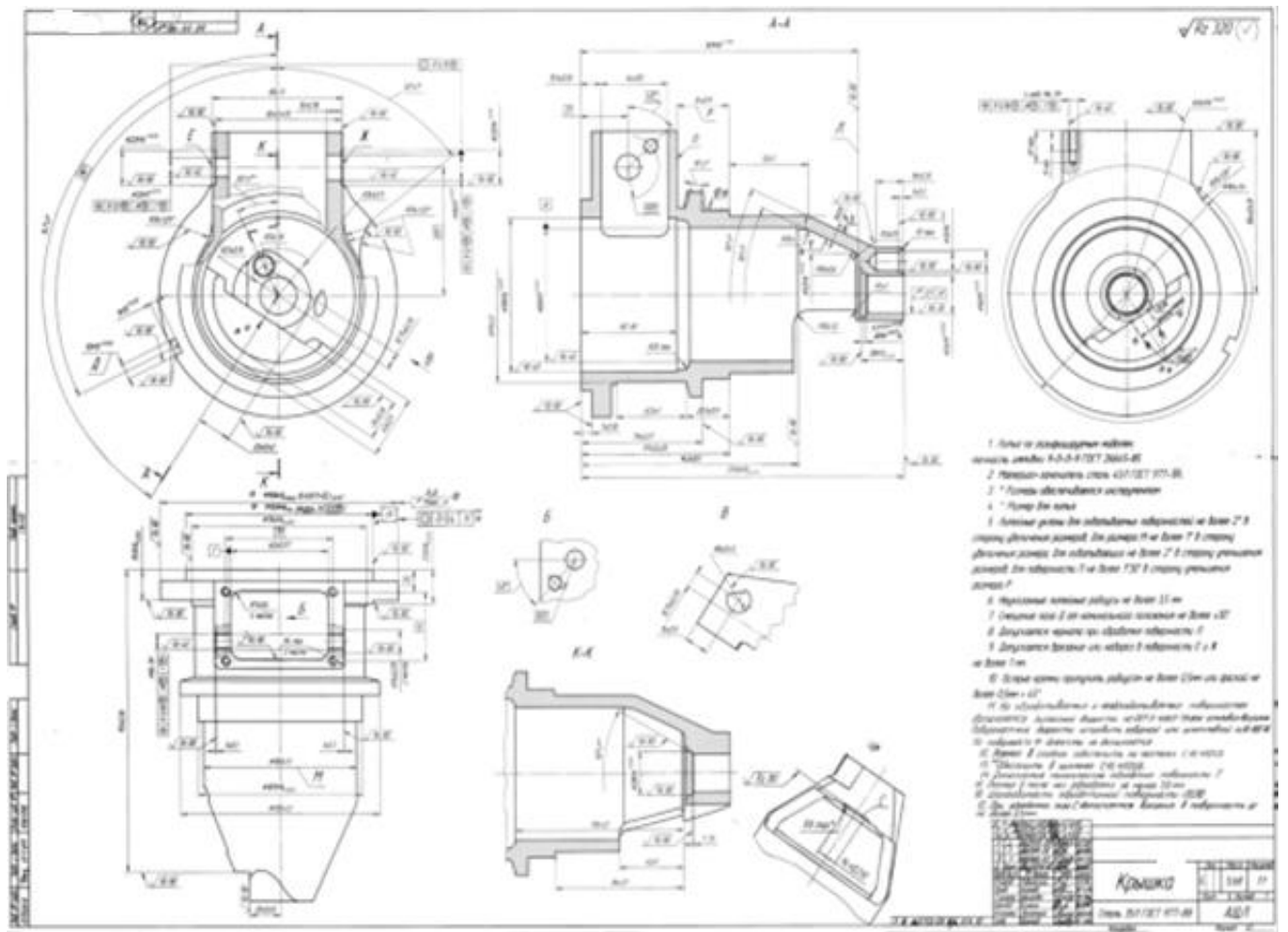


Рисунок 1.2 - Чертеж крышка стартера.

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ технологичности детали

Технологичность – совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Материал исходной заготовки является: Сталь 35Л для отливок обыкновенная ГОСТ 977-88,

Расшифровка стали 35Л: буква Л в конце означает, что перед нами литейная сталь, а цифра 35 свидетельствует о содержании 0,32-0,4 % С, а также 0,2-0,52% Si, 0,4-0,9% Mn, не более 0,045% S и P, 0,3% Ni и Cu, 0,3% Cr.

Временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении),
 $\sigma_B = 475\text{Мпа}$.

Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), $\sigma_T = 340\text{Мпа}$.

Данная сталь используется для изготовления станин прокатных станков, зубчатых колес, тяг, бегунков, задвижек, балансиров, диафрагм, катков, валков, кронштейнов и другие деталей, работающих под действием средних статических и динамических нагрузок.

Термообработка: Нормализация 860 - 880°C, Отпуск 600 - 630°C.

Твердость материала: $\text{HB } 10^{-1} = 137 - 229 \text{ МПа}$

Температура критических точек: $A_{c1} = 730$, $A_{c3}(A_{cm}) = 802$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 795$,
 $A_{r1} = 691$.

Свариваемость материала: ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Флокеночувствительность: не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Обрабатываемость резанием: в термообработанном состоянии при HB 160 $K_{\text{ч.тв.}} = 1,2$ и $K_{\text{ч.б.ст.}} = 0,9$

Температура начала затвердевания, °C: 1480-1490

Показатель трещиностойкости, $K_{\text{т.у.}}$: 0,8

Склонность к образованию усадочных раковин, $K_{\text{у.р.}}$: 1,2

Жидкотекучесть, $K_{\text{ж.т.}}$: 1,0

Линейная усадка, %: 2.2 - 2.3

Склонность к образованию усадочной пористости: $K_{\text{у.п.}}$ 1,0.

В машиностроении показатели качества изделий весьма тесно связаны с точностью обработки деталей машин. Качество изготовления продукции определяется совокупностью свойств процесса её изготовления, соответствие этого процесса и его результатов установленными требованиями.

Технологичность базирования и закрепления. Черновой базой для установки заготовки на 1-й операции является необработанная наружная цилиндрическая и торцевые поверхности заготовки. В дальнейшем базами являются обработанные поверхности.

Материал исходной заготовки является: Сталь 35Л ГОСТ 977-88, которая хорошо обрабатывается универсальными режущими инструментами.

Деталь не содержит каких-либо специфических особенностей формы, поэтому может быть обработана непосредственно по типовому технологическому процессу. Деталь можно обработать на универсальном токарном станке с ЧПУ. Оснастку применяем универсальную. Все поверхности детали доступны для контроля. Таким образом, с точки зрения общей компоновки деталь, можно считать технологичной.

Измерительными базами детали можно использовать в качестве технологических баз. Точность и шероховатость этих баз обеспечит требуемую точность обработки. Таким образом, с точки зрения базирования и закрепления, деталь следует считать технологичной.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ				

Технологичность обрабатываемых поверхностей. Все поверхности детали будут обрабатываться, так как заданная точность и шероховатость не позволяет получить их на заготовительных операциях. Точность и шероховатость рабочих поверхностей определяются условиями работы детали. Уменьшение точности приведет к снижению точности установки детали и надежности ее работы.

Ответственные поверхности детали – это поверхности непосредственно участвующие в работе узла, должны выполняться с высокой точностью. Для работы крышки в данном узле (рисунок 1.2), не требуется высокая точность поверхности, шероховатости. Заданные на чертеже классы точности и шероховатости удовлетворяют условиям работы.

Соблюдены требования к конструкции детали:

- конструкция детали обеспечивает высокую стойкость режущего инструмента;
- размеры и отклонения отверстий в детали назначаются с расчетом применения стандартного инструмента;
- создание изделия, конструкция которого обеспечивается возможностью применения механизированного сборочного инструмента.
- конфигурация наружного контура детали позволяет получать заготовку литьем по газифицированным формам.

В целом деталь достаточно технологична и позволяет применять высокопроизводительные методы обработки.

2.2. Анализ действующего техпроцесса

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

Анализ маршрутных карт

Маршрутные карты соответствуют ГОСТ 3.1118-82. Для изложения технологических процессов в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ				

На картах эскизов указаны размеры которые обрабатываются на той или ной операции. Так же указаны базы закрепления заготовки. Указана шероховатость, написано оборудование и охлаждение если оно есть.

Карты эскизов оформлены по ГОСТ 3.1105-84. На каждом операционном эскизе заготовка показана в рабочем положении, контур изображается в таком виде, в каком она получается в конце данной операции или установа.

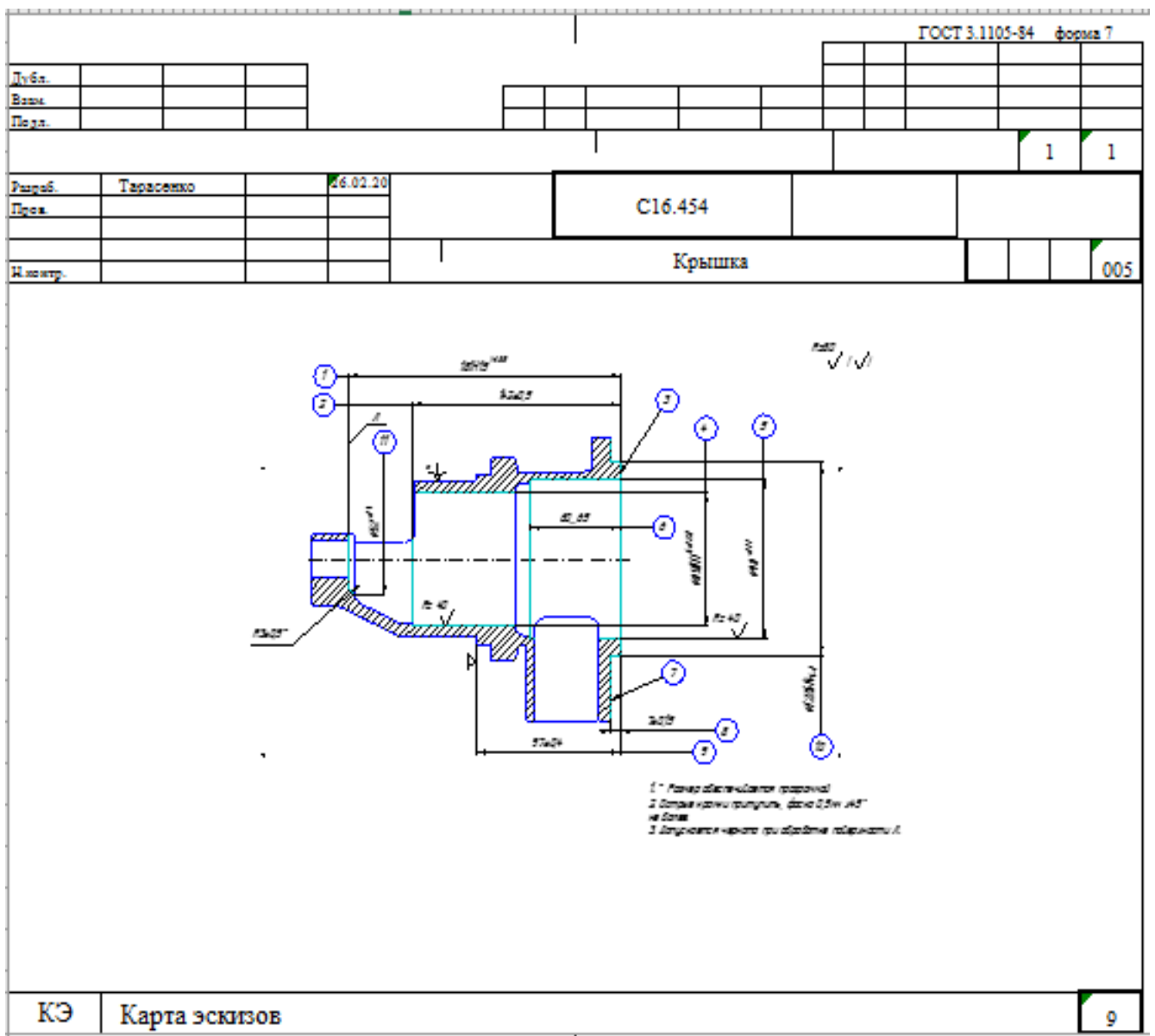


Рисунок 2.3 - Карта эскизов

Анализ карты контроля.

В карте контроля состоит из эскизной карты и операционной. В которых все заполнено в соответствии ГОСТ 3.1502-85. Написаны допустимые отклонения, на эскизе деталь изображена со всеми обработанными поверхностями и размерами. Написано, что проверять и чем проверять на сколько процентов это проверять.

Взам.																	
Подп.																	
															5	1	
Разраб.	Тарасенко		26.02.20						С16.454		АВЖ.60103.						
Проект.																	
Нач.БТК	Скачкова																
Н.контр.	Лапина			Крышка					02	02	110						
Наименование операции										Наименование, марка материала						МД	
Контроль																	
Наименование оборудования										То	Тз	Обозначение ИОТ					
Стол контролера																	
Р	Контролируемые параметры			Код средств ТО			Наименование средств ТО				Объем и ПК	То/Тз					
01	Безопасные приемы работ по																
02	инструкции И-071-86																
03																	
04	1. Проверить внешним осмотром:																
05	шероховатость обработанных			Образцы шерох. поверхн. ГОСТ 9378-93				50%									
06	поверхностей;																
07	отсутствие острых кромок и																
08	заусенцев;																
09	качество резьбы.																
10																	
11	2. Проверить размеры 1, 2			КР 8154-4413			Вкладыш с рисками 10+0,58x5+0,48				10%						
12																	

Рисунок 2.4 - Карты контроля

Р	Контролируемые параметры	Код средств ТО	Наименование средств ТО	Объем и ПК	То/Тв
01	3. Проверить размер 3	КР 8367-4080	Калибр 104 $\pm 0,435$	10%	
02					
03	4. Проверить размер 4	КР 8154-4489	Калибр 26 $\pm 0,26$	10%	
04					
05	5. Проверить размер 5	КР 8367-4079	Калибр 22 $\pm 0,42$	10%	
06		КР 8154-5276	Калибр-вкладыш 8 $\pm 0,42$	10%	
07					
08	6. Проверить размер 6	8221-3044 7H	Калибр-пробка M10 ГОСТ 17758-72	10%	
09		B8133-1848 7H	Калибр-пробка 8,376+0,375 ОСТ3-2660-75		
10					
11	7. Проверить размер 7	КР8102-6340	Калибр-скоба 19,5 $-0,52$	10%	
12					
13	8. Проверить размеры 9, 10, 11, 12, 18,		Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89	10%	
14	19, 20, 32, 33, 34, 39, 41				
15					
16	9. Проверить размер 27		Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89		
17			Плита 2-1-400x400 ГОСТ 10905-86		
OK Операционная карта контроля					76

Рисунок 2.5 - Карты контроля

2.2.2 Анализ применяемого оборудования, режущего инструмента, оснастки

Анализ применяемого оборудования

Для обработки представленной детали применяются как станки с ЧПУ, так и универсальные.

В операциях 005,010 «Токарная с ЧПУ» применяется станок токарный с ЧПУ 1П426ДФ3.

Станки модели 1П426ДФ3 предназначены для обработки штучных заготовок или деталей из калиброванного прутка. Разработчик - Ленинградский ОКБ АРС.

На станке производятся следующие виды токарной обработки: обточка, расточка, подрезка, проточка и расточка канавок, сверление, зенкерование, развертывание, фасонное точение, обработка резьб метчиками, плашками и резцами.



Рисунок 2.6 - Станок токарный с ЧПУ 1П426ДФ3

В операции 015 «Токарно-винторезная», применяется токарно-винторезный станок ФТ-11. Станки модели фт-11 Станок предназначен для выполнения всех токарных работ, включая нарезание метрических, дюймовых, модульных и притчевых резьб. Станок ФТ-11Д имеет полностью закрытые V-образные направляющие станины, что обеспечивает высокую долговечность.

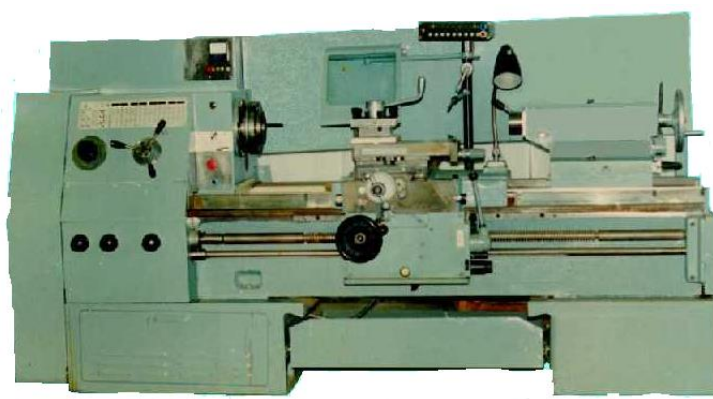


Рисунок 2.7 - Станок токарно-винторезный ФТ-11

В операциях 020,030 «Комплексная с ЧПУ» используется применяется обрабатывающий центр ОЦ1И22.

Станки модели ОЦ1И22 применяются при комплексной обработке в условиях мелкосерийного и серийного производств корпусных деталей, деталей типа тел вращения и других. Фрезерование различных поверхностей (в том числе криволинейных), сверление, зенкерование, развертывание и растачивание отверстий.



Рисунок 2.8 - Обрабатывающий центр с ЧПУ ОЦ1И22

В операциях 040,045,050,060,065,070,075,085 «Вертикально-сверлильная» применяется вертикально-сверлильный станки 2Н125 и 2Н135. Этот станки рассчитаны на мелкосерийное или единичное производство и способны справиться с такими задачами, как сверление и рассверливание, зенкерование, развертывание и многое другое. Данные модели были спроектированы и впервые введена в эксплуатацию еще в середине прошлого века, однако надежность, обеспеченная простотой конструкции и качеством материалов, до сих пор возглавляет список преимуществ вертикально-сверлильных станков 2Н125 и 2Н135.



Рисунок 2.9 - Станок вертикально-свирельный 2Н125

В операции 090 «Резьбонарезная» применяется полуавтоматический резьбонарезной станок модели 2056. Станок предназначен для нарезания резьбы метчиком на деталях диаметром до 18 мм.

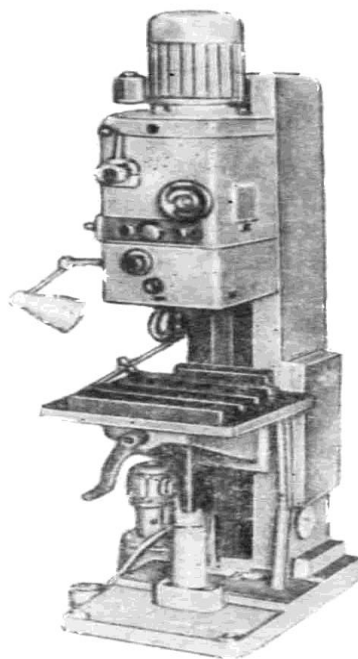


Рисунок 2.10 - Полуавтоматический резьбонарезной станок модели 2056

В операции 095 «Резьбонарезная» применяется вертикальный резьбонарезной станок модели 5053. Предназначен для нарезание метчиком.

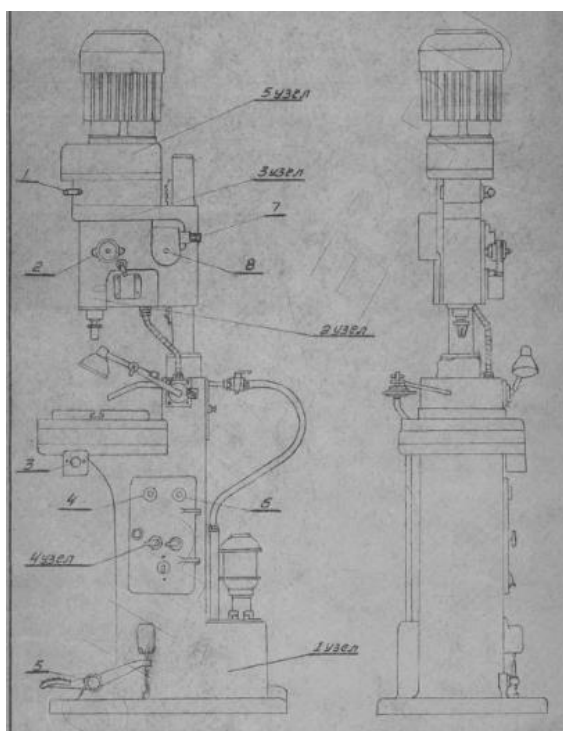


Рисунок 2.11 - Вертикальный резьбонарезной станок модели 5053

Анализ режущего инструмента

В действующим техпроцессе в основном используется универсальный режущий инструмент, что облегчает взаимозаменяемость, упрощает процедуру получения и замены инструмента, ускоряет технологическую подготовку производства и уменьшает затраты на него. Это значительно снижает стоимость, упрощает процедуру переточки инструмента.

В операциях 005,010 «Токарная с ЧПУ» и 015 «Токарно-винторезная» применяется токарные резцы как со сменными пластинами, так и напайными твердосплавными пластинами.

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ				

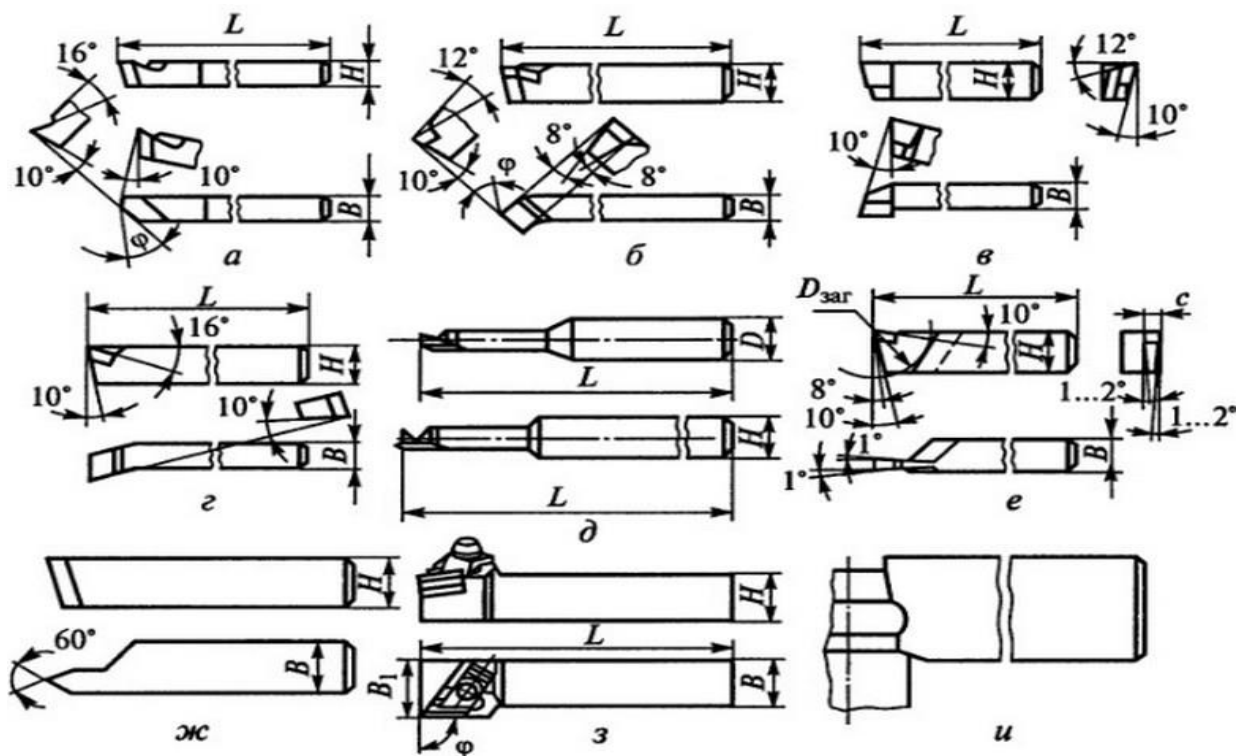


Рисунок 2.12 - Виды токарных резцов

Резец, режущий инструмент, применяемый при обработке изделий на токарных, револьверных, расточных, карусельных, строгальных, долбежных, зубострогальных и специальных станках. Представляет собой стержень, состоящий из головки с режущей частью и державки, которой закрепляется на станке. По форме головки различают: прямые, отогнутые, изогнутые, чашечные; по сечению державки — прямоугольные, квадратные, круглые. Конструктивно могут выполняться с приваренной головкой или режущей пластинкой, с припаянной пластинкой, с направленной головкой, с головкой-вставкой, с механическим креплением пластинки и т. д. По назначению (виду обработки) различают: проходные, подрезные, отрезные и прорезные, расточные, резьбонарезные, радиусные, фасонные и др. В зависимости от характера обработки бывают черновые (обдирочные), чистовые, для тонкого точения, выглаживающие; по направлению подачи — правые и левые. Материал режущей части — инструментальные (быстрорежущие) стали, твёрдые сплавы, минералокерамические материалы, искусственные алмазы, эльбор и др.

В операциях 025,030 «Комплексная с ЧПУ». А также в операциях 040,045,050,060,065,070,075,085 «Вертикально-сверлильная», применяется фрезы, сверла, развертки, зенкеры и зенковки.

Фреза, инструмент с одним или несколькими режущими лезвиями (зубьями) для фрезерования. Виды фрез по геометрии (исполнению) бывают — цилиндрические, торцевые, червячные, концевые, конические и др. Виды фрез по обрабатываемому материалу — дерево, сталь, чугун, нержавеющая сталь, закаленная сталь, медь, алюминий, графит. Материал режущей части — быстрорежущая сталь, твёрдый сплав, минералокерамика, металлокерамика или алмаз, массив кардной проволоки. В зависимости от конструкции и типа зубьев фрезы бывают цельные (полностью из одного материала), сварные (хвостовик и режущая часть состоит из различного материала, соединённые сваркой), напайные (с напаянными режущими элементами), сборные (из различного материала, но соединённые стандартными крепёжными элементами — винтами, болтами, гайками, клиньями). Отдельно выделяют фрезерные головки — фрезы со сменными пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали. Также такие фрезы часто называют механическими, а головку без ножей — корпусом. На рисунке представлена торцевая фреза с механическим креплением твёрдосплавных пластин.

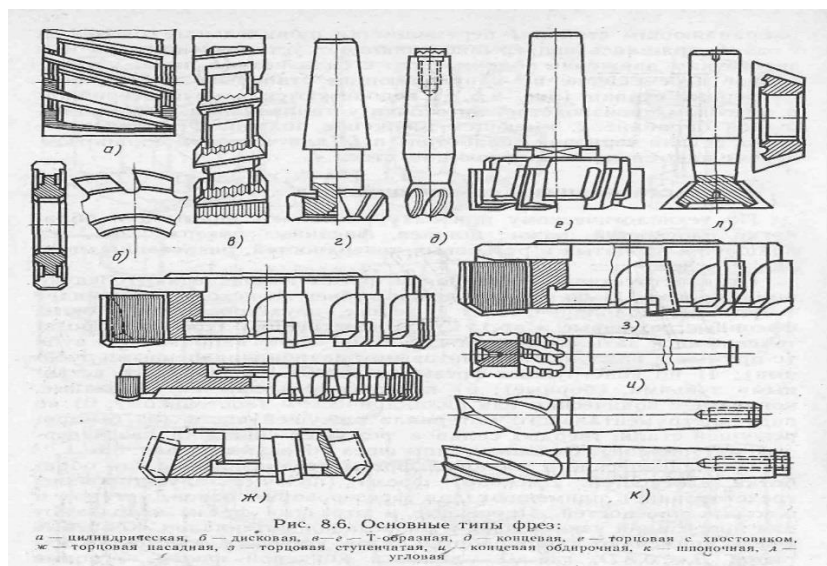


Рисунок 2.13 - Основные типы фрезы

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

1503.05.2018.290.00. ПЗ

Сверло, режущий инструмент для получения отверстия сверлением или увеличения его диаметра при рассверливании. В металлообработке различают по конструкции и назначению: винтовые (спиральные) универсальные; для получения глубоких отверстий (одно- и двухстороннего резания); центровочные (для обработки центровых отверстий). Наиболее распространённое винтовое. Представляет собой стержень с рабочей частью, имеющей режущие элементы — главные режущие кромки, вспомогательные режущие кромки (кромки-ленточки) и поперечную кромку, и хвостовиком, которым крепится в шпинделе станка, патроне или сверлильной головке. В зависимости от свойств обрабатываемого материала, режима резания и материала режущей части применяют пять различных форм заточки режущей части. Режущая часть изготавливается из быстрорежущих сталей и твёрдых сплавов или композитных материалов; хвостовики делают из сталей 45, 40Х (при режущей части из быстрорежущей стали) и сталей ХС, 40Х, 45Х (при режущей части из твёрдых сплавов или композитных материалов).



Рисунок 2.14 - Разновидности сверл

Развёртка, многолезвийный инструмент, предназначенный для точной и чистовой обработки отверстий после их предварительной обработки сверлом, зенкером или расточным резцом. Могут быть машинными (применяются на станках) и ручными (применяются при слесарных работах).

Различают: по форме развёртываемого отверстия — цилиндрические, конические и ступенчатые; по форме зубьев — с прямыми и винтовыми зубьями; по способу закрепления - вставные (с хвостовиком) и насадные (с отверстием); по конструкции — цельные, составные (сборные), напайные, с механическим или клеевым закреплением зубьев (ножей), разжимные и плавающие. Рабочая часть состоит из режущих и калибрующих зубьев. Режущие зубья остро затачивают, на калибрующих — оставляют ленточку шириной 0,1—0,3 мм. Конец калибрующей части выполняется с обратным конусом по направлению к хвостовику для уменьшения трения о стенки отверстия.

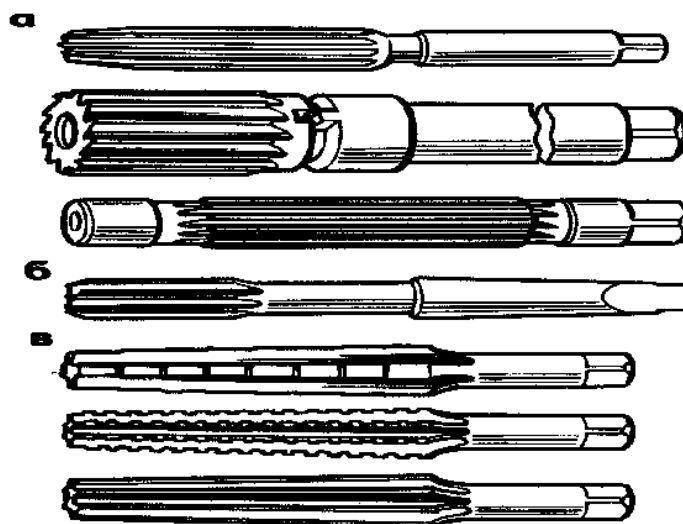


Рисунок 2.15 - Разновидности разверток

Зенкером называют многолезвийный (многозубый) режущий инструмент, который применяют для обработки отверстий круглого сечения, предварительно выполненных в заготовках или деталях из различных материалов. Обработка состоит в улучшении качества поверхности отверстия или увеличении его диаметра методом резания, а сам процесс называют зенкерование. Процесс резания подобен сверлению — оснастка для зенкерования вращается вокруг своей оси и одновременно поступательно движется вдоль оси.

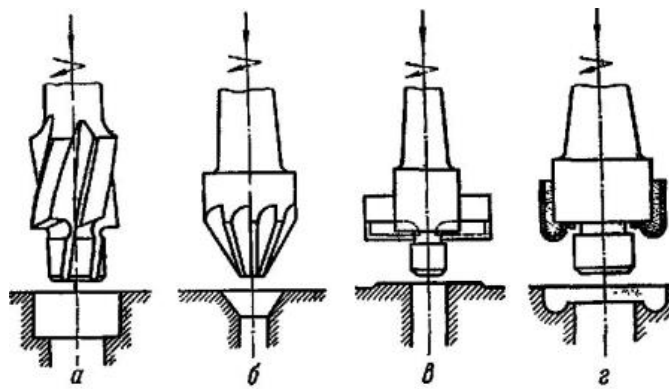


Рис. 26. Зенкеры:
 а — цилиндрические для зенкерования сквозных или глубоких отверстий;
 б — конические для снятия фасок и образования конических углублений;
 в — торцевые для зенкерования торцевых поверхностей привалов (торцовки); г — фасонные для зенкерования фасонных поверхностей.

Рисунок 2.16 – Разновидности зенкиров

Зенковка многолезвийный режущий инструмент для обработки отверстий в деталях с целью получения конических или цилиндрических углублений, опорных плоскостей вокруг отверстий или снятия фасок центровых отверстий. Применяется для обработки просверлённых отверстий под головки болтов, винтов и заклёпок. Зенковки для цилиндрических углублений и опорных плоскостей часто называют цековками.

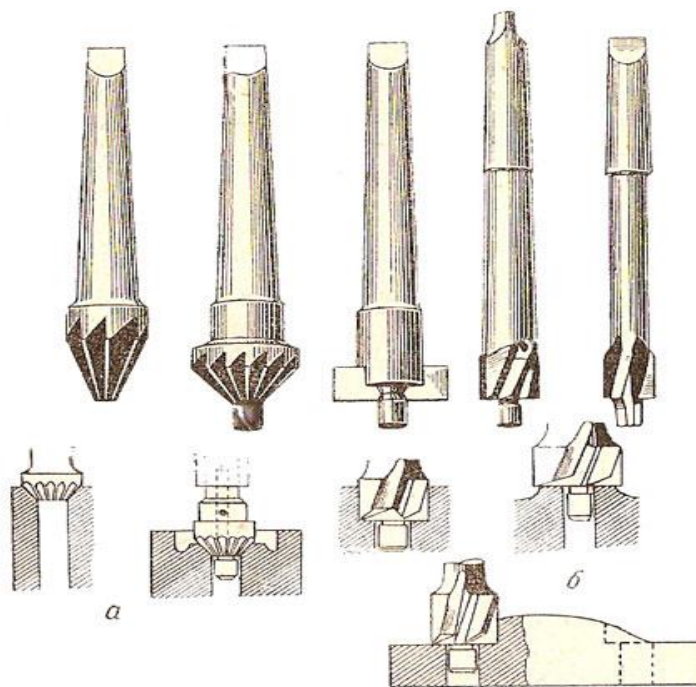


Рисунок 2.17–Разновидности цековок

В операциях 090,095 «Резьбонарезная» применяются метчики.

Метчик - инструмент для нарезания внутренних резьб, представляет собой винт с прорезанными прямыми или винтовыми стружечными канавками, образующими режущие кромки. Метчик хвостовой частью крепится в вороток, рабочей частью вводится в отверстие, в котором при проворачивании воротка возвратно-поступательными движениями нарезается резьба. Рабочая часть метчика имеет режущую и калибрующую части. Задняя поверхность для исключения трения её об обрабатываемую деталь выполняется затылованной (некруглой). Профиль резьбы метчика должен соответствовать профилю нарезаемой резьбы.

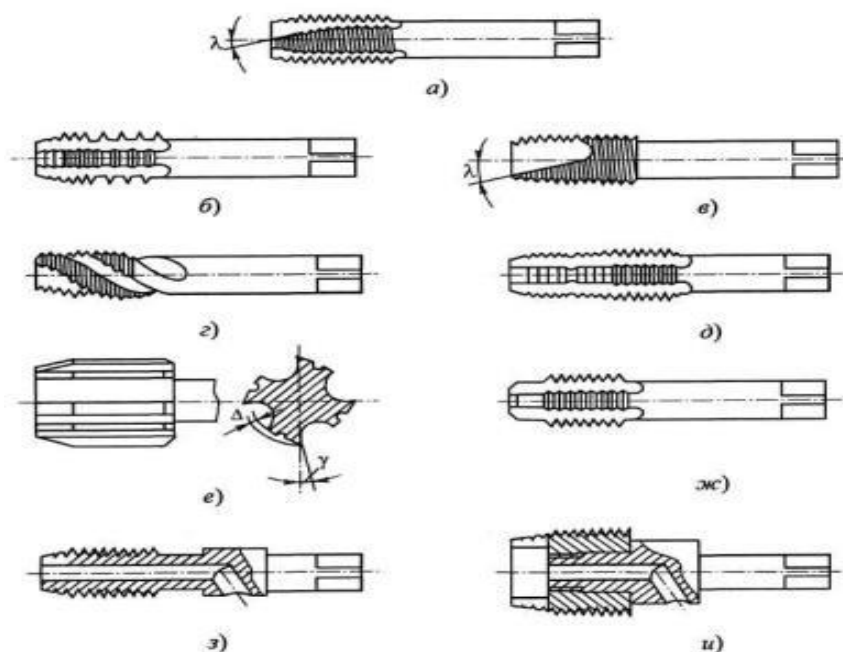


Рисунок 2.18 - Разновидности метчиков

Анализ использованной оснастки

В действующем технологическом процессе используются как универсальная, так и специальная оснастка, и приспособления.

В операции 030 «Комплексная с ЧПУ» применяется фрезерно-сверильное приспособление, в нем производиться фрезерование, сверление, развертывание и зенкование.

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ				

Приспособление устанавливается на обрабатывающий центр ОЦ1И22 в приводную ось и поджимается центром.

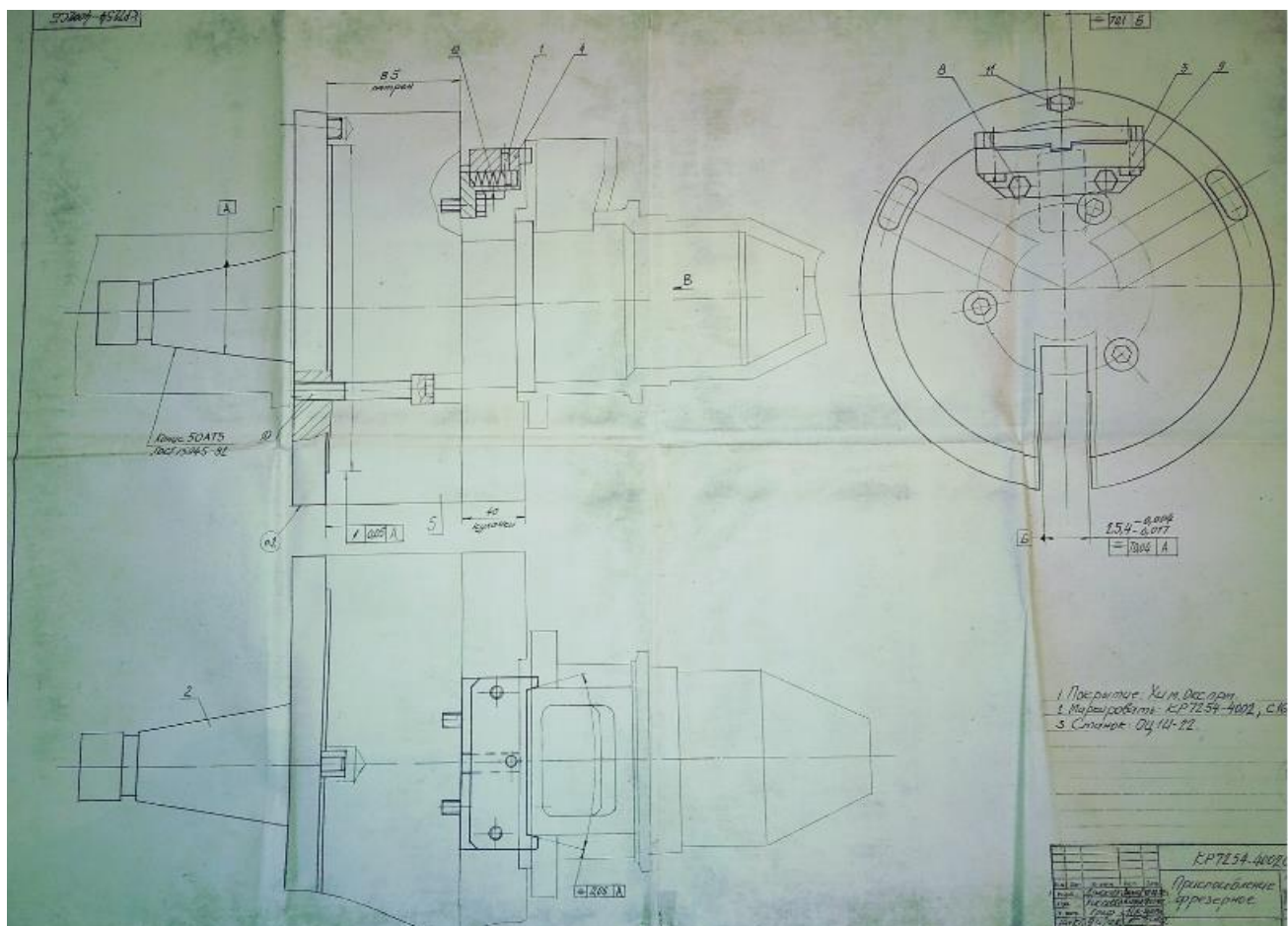


Рисунок 2.19 - Фрезерно-сверлильное приспособление

2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса

В приложении А показана размерная схема линейных размеров действующего технологического процесса, по которой решим обратную задачу и проверим правильность заданных размеров.

В операциях 060 и 065 «Вертикально-сверлильная» размеры указаны не от технологической базы, а указаны конструкторские размеры.

$$1) [17_18] = (17_98) - (98_18) = 102 \pm 1,2 - 97 \pm 0,4 = 5 \pm 1,6 \text{ мм.}$$

$$[17_18]_{\text{min необх.}} = Rz + Df,$$

где Rz – шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$$Rz = 320 \text{ мкм};$$

Df – дефектный слой с предшествующего перехода, Df = 400 мкм;

$$[17_18]_{\text{min необх.}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$[17_18]_{\text{min расч.}} = 3,4 \text{ мм.}$$

$$[17_18]_{\text{max расч.}} = 6,6 \text{ мм.}$$

Припуск завышен на 2,68 мм.

$$2) [27_28] = (27_98) - (98_18) + (18_28) = 92 \pm 1,1 - 97 \pm 0,4 + 7 \pm 0,18 = 2 \pm 1,68 \text{ мм.}$$

$$[27_28]_{\text{min необх.}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$[27_28]_{\text{min расч.}} = 0,32 \text{ мм.}$$

$$[27_28]_{\text{max расч.}} = 3,68 \text{ мм.}$$

Припуск занижен на 0,4 мм.

$$3) [37_38] = -(37_98) + (98_18) - (18_38) = -81,5 \pm 1,1 + 97 \pm 0,4 - 13,5 \pm 0,35 = 2 \pm 1,85 \text{ мм.}$$

$$[37_38]_{\text{min необх.}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$[37_38]_{\text{min расч.}} = 0,15 \text{ мм.}$$

$$[37_38]_{\text{max расч.}} = 3,85 \text{ мм.}$$

Припуск занижен на 0,57 мм.

$$4) [67_68] = -(67_37) + (37_98) - (98_18) + (18_38) + (38_68) = -38,5 \pm 0,9 + 81,5 \pm 1,1 - 97 \pm [67_68]_{\text{min необх.}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$[67_68]_{\text{min расч.}} = 0,25 \text{ мм.}$$

$$[67_68]_{\text{max расч.}} = 6,75 \text{ мм.}$$

Припуск занижен на 0,47 мм.

$$0,4 + 13,5 \pm 0,35 - 44 \pm 0,5 = 3,5 \pm 3,25 \text{ мм.}$$

$$5) [87_88] = -(87_98) + (98_18) - (18_88) = -9 \pm 0,6 + 97 \pm 0,4 - 79 \pm 0,37 = 9 \pm 1,37 \text{ мм.}$$

$$[87_88]_{\text{min необх.}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$[87_88]_{\text{min расч.}} = 7,63 \text{ мм.}$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$[87_88]_{\max \text{ расч.}} = 10,37 \text{ мм.}$$

Припуск превышен на 6,91 мм.

$$6) [187_188] = (187_118) + (118_98) + (98_18) - (18_188) = 34 \pm 0,9 - 84 \pm 1,1 + 97 \pm 0,4 - 211,6_{-0,5} = 3,4_{-2,4}^{+3,12} \text{ мм.}$$

$$[187_188]_{\min \text{ необх.}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$[187_188]_{\min \text{ расч.}} = 1 \text{ мм.}$$

$$[187_188]_{\max \text{ расч.}} = 6,52 \text{ мм.}$$

Припуск превышен на 0,28 мм.

Размерный анализ действующего технологического процесса выявил следующие отклонения:

- 1) припуск на механическую обработку занижен на трех обрабатываемых размерах;
- 2) на двух операциях размеры не от технологической базы, а указаны конструкторские размеры.

2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.

На производстве из-за старого универсального и морально устаревшего оборудования с ЧПУ, применяется метод пробных проходов, метод промежуточного контроля и т.д., что значительно увеличивает время обработки и требуются рабочие высокой квалификации. Это всё увеличивает издержки производства, а, следовательно, и себестоимость детали. Обработка детали производится на различном оборудовании, когда за одним станком закреплена конкретная операция. Это приводит к необходимости применения дополнительных приспособлений для закрепления заготовок. Эти приспособления используются только для конкретной детали на одной операции (например, кондуктор на сверлильной операции). Приспособления не автоматизированы, что увеличивает время на установку и закрепление детали. Это всё также увеличивает затраты на

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

изготовление детали. В процессе обработки деталь обрабатывается на многих станках, что приводит к возникновению относительно больших погрешностей установки и базирования. Это сказывается на качестве изготовления детали, возникает необходимость промежуточного контроля выполнения размеров на операции, что приводит к увеличению времени обработки, а соответственно и к повышению затрат на изготовление детали. Выше были описаны недостатки действующего техпроцесса, которые значительно повышают себестоимость детали. Поэтому при разработке проектного техпроцесса необходимо выполнить следующие требования:

1. Использовать при изготовлении детали современные многоцелевые станки с числовым программным управлением (ЧПУ), является выгодным средством автоматизации.

2. Максимально использовать универсальные переналаживаемые приспособления. По возможности автоматизировать зажим детали, чтобы уменьшить время на установку и закрепление.

3. Использовать стандартный инструмент со сменными многогранными пластинами.

4. Усовершенствовать технологический процесс так, чтобы для изготовления детали требовалось наименьшее количество единиц оборудования, что позволит получить высокую производительность и качество изготовления, а соответственно минимальные затраты на производство.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса.

Усовершенствование маршрутного технологического процесса является одной из важных задач для проектирования. Решение этой задачи должно быть

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ				

прогрессивным, обеспечивать повышение производительности труда, качества деталей. При разработке маршрутного техпроцесса необходимо определить последовательность операций, выбрать технологические базы и основное оборудование для выполнения этих операций. Совершенствование производится на основе действующего маршрутного техпроцесса.

Разработанный маршрутный технологический процесс состоит из следующих операций:

- 000 – Заготовительная.
- 005 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ.
- 010 – Слесарная.
- 015 – Моечная.
- 020 – Контроль ОТК.
- 025 – Транспортирование.

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Использовать при изготовлении детали многоцелевые станки с числовым программным управлением (ЧПУ) является выгодным средством автоматизации. В проектном варианте технологическом процессе используем многоцелевой станок с ЧПУ MAZAK INTEGREX i-400ST, рисунок 3. Так как этот станок сочетает в себе обрабатывающий центр и токарный станок с ЧПУ, позволяет проводить детали за один установ. Главный шпиндель выполняет широкий спектр операции: токарные, фрезерные, сверлильные, резьбонарезные, обработка производится одновременно по 5 осям. Нижняя револьверная головка позволяет минимизировать время на смену режущего инструмента.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37



Рисунок 2.20 - Многоцелевой станок с ЧПУ MAZAK INTEGREX i-400ST

						1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			38

Таблица 2.1 - Технические характеристики MAZAK INTEGREX i-400ST

Спецификация		PMЦ - 1500U мм
Параметры заготовки	Максимально устанавливаемый диаметр	658 мм / 25.91 дюйм
	Максимально обрабатываемый диаметр	658 мм / 25.910 дюйм
	Максимальный диаметр прутка (в зависимости от типа патрона)	102 мм / 4.0 дюйм
	Максимально обрабатываемая длина	1519 мм / 59.800 дюйм
Главный шпиндель	Размер патрона	12 дюйм
	Максимальная частота вращения	3300 об/мин
	Максимальная мощность (30 мин. цикл)	30 кВт / 40.0 л.с.
Второй шпиндель	Размер патрона	10 дюйм
	Максимальная частота вращения	4000 об/мин
	Максимальная мощность (30 мин. цикл)	26 кВт / 35.0 л.с.
Фрезерный шпиндель	Наклон по оси В	240°
	Емкость инструментального магазина	36
	Максимальная частота вращения	12000 об/мин
	Максимальная мощность (40ED)	22 кВт / 30 л.с.
Перемещения по осям	Ось Х	615 мм / 24.21 дюйм

2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

Исходная заготовка поступает на завод в виде отливки. Литье по газифицируемым моделям, точность отливки 9-0-0-9 ГОСТ 26645-85. Материал исходной заготовки является: Сталь 35Л ГОСТ 977-88.

Литье по газифицируемым моделям – способ получения отливок, использующий модель, изготовленную из материала, который газифицируется при заливке расплавленного металла в литейную форму. Самым распространённым материалом для моделей является пенополистирол.

Литьё по газифицируемым моделям как новый технологический процесс появился в середине 50-х годов. Его главным назначением было повысить точность литья при значительном уменьшении затрат на оборудование и материалы по сравнению с технологией литья по выплавляемым моделям.

Способ литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) обладает рядом преимуществ:

- резко уменьшить затраты на оборудование;
- сократить число технологических операций;
- благодаря использованию в качестве формовочного материала оборотного кварцевого песка и упрочнения формы вакуумом исключается использование стержней и оборудования для их изготовления;
- сократить операции финишной обработки отливок;
- снизить до минимума количество отходов производства;
- сократить трудозатраты в 2—4 раза;
- снизить потребление электроэнергии в 2—3 раза;
- сократить и оптимально использовать производственные площади;
- уменьшить затраты на вспомогательные материалы в 3—5 раз.

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 2.2 – Техничко-экономические показатели различных видов литья

№ п\п	Показатель	ПФ	ХТС	ВПФ	ЛВМ	ЛГМ
1	Точность(max), класс по ГОСТ 26645-85	6...7	5...6	6...7	4...5	3...4
2	Шероховатость(min,Ra) По ГОСТ 26645-85	10...16	6,3...10	3,2...6,3	3,2...5,0	3,2...6,3
3	Расход формовочных мат-ов/энергоносителей	1\1	2...4	0,2...0,5	5...10	0,2...0,5
4	Трудоемкость	-	0,7...0,9	1,1...1,2	2,3...2,5	0,2...0,8
5	Стоимость модельной оснастки	-			2...5	2...5
6	Затраты на организацию производства.	-	1,1...1,2	1,1...1,2	1,5...3,0	1,8...2,0

Затраты на организацию производства ЛГМ, включают в себя проектирование и изготовление пресс-форм. Технология ЛГМ позволяет получать отливки весом от 10 грамм до 2000 килограмм с чистотой поверхности Rz40, размерной и весовой точностью до 7 класса (ГОСТ Р 53464-2009).

Материалы отливок:

- практически все марки чугунов от СЧ15 до ВЧ50, износостойкие;
- стали, от простых углеродистых ст. 20-45 до высоколегированных, теплостойких и жаропрочных;
- практически все литейные марки бронз, латунь, алюминий.

Заготовки из литья, а особенно литье по газифицируем моделям нашли широкое применение благодаря тому, что заготовки получаются точными с минимальным припуском под механическую обработку, и относительно меньшими затратами, относительно с других видов литья.

Материал исходной заготовки является: Сталь 35Л ГОСТ 977-88, которая хорошо обрабатывается универсальными режущими инструментами.

Деталь не содержит каких-либо специфических особенностей формы, поэтому может быть обработана непосредственно по типовому технологическому

процессу. Деталь можно обработать на универсальном токарном станке с ЧПУ. Оснастку применяем универсальную. Все поверхности детали доступны для контроля. Таким образом, с точки зрения общей компоновки деталь, можно считать технологичной.

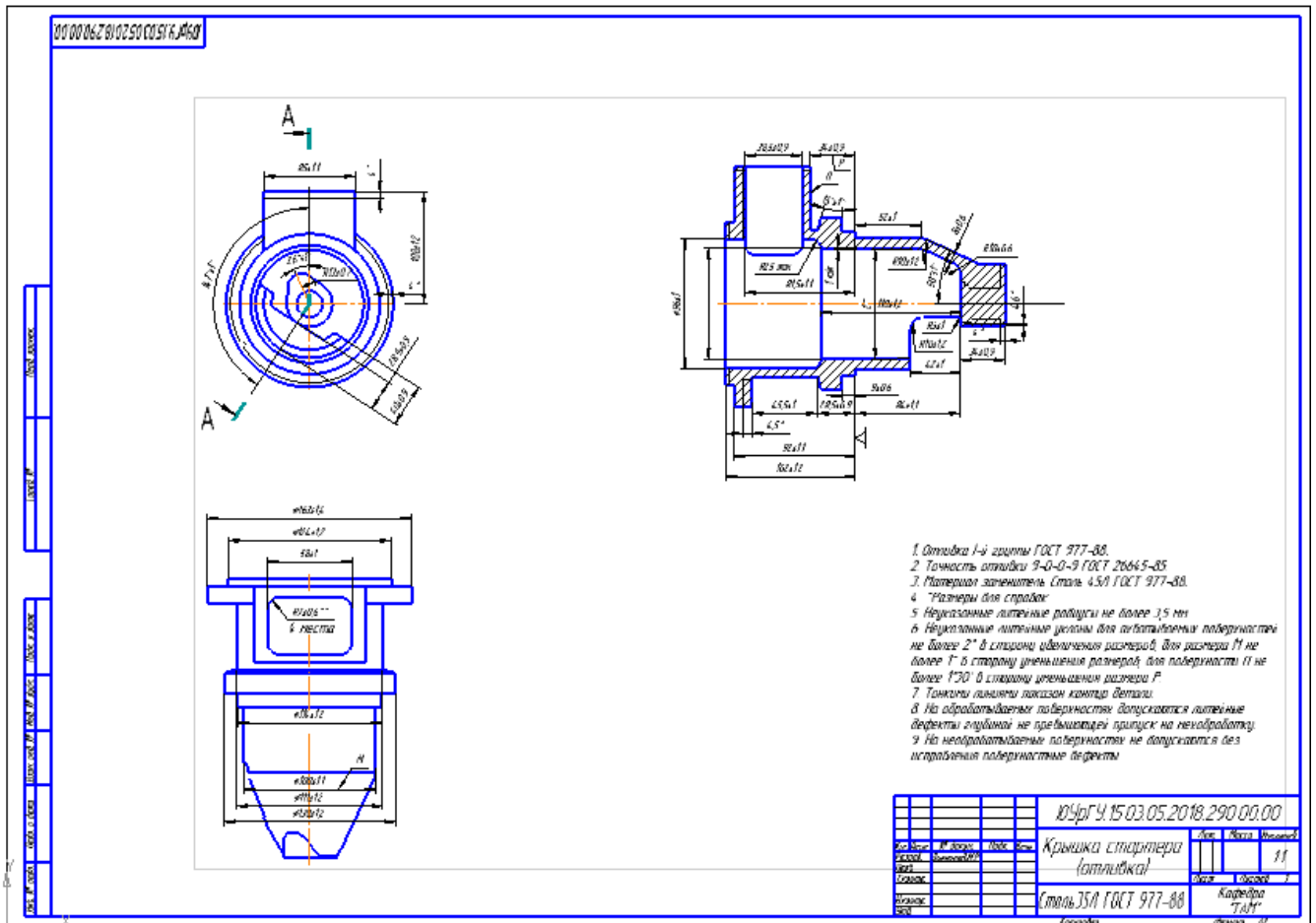


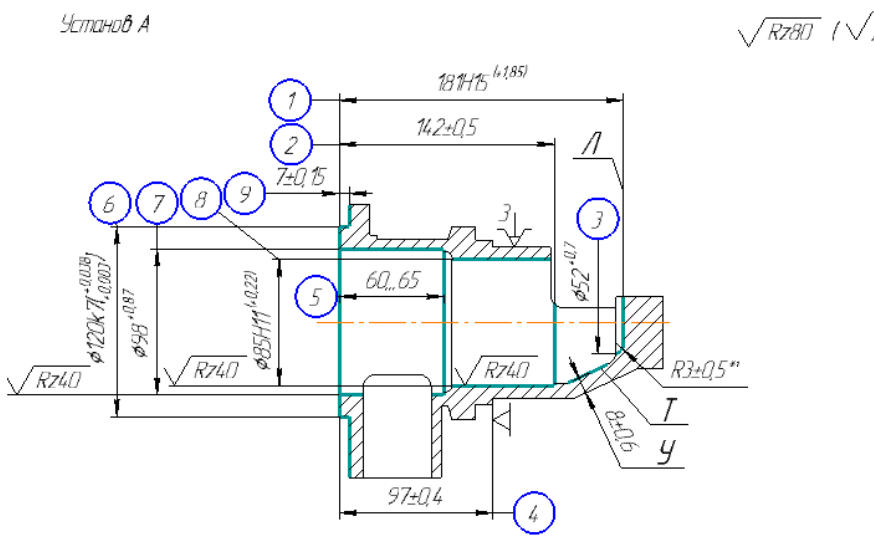
Рисунок 2.21 – Чертеж заготовки

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

Проектный вариант технологический процесс механической обработки изделия представлен в таблице:

					1503.05.2018.290.00. ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			42

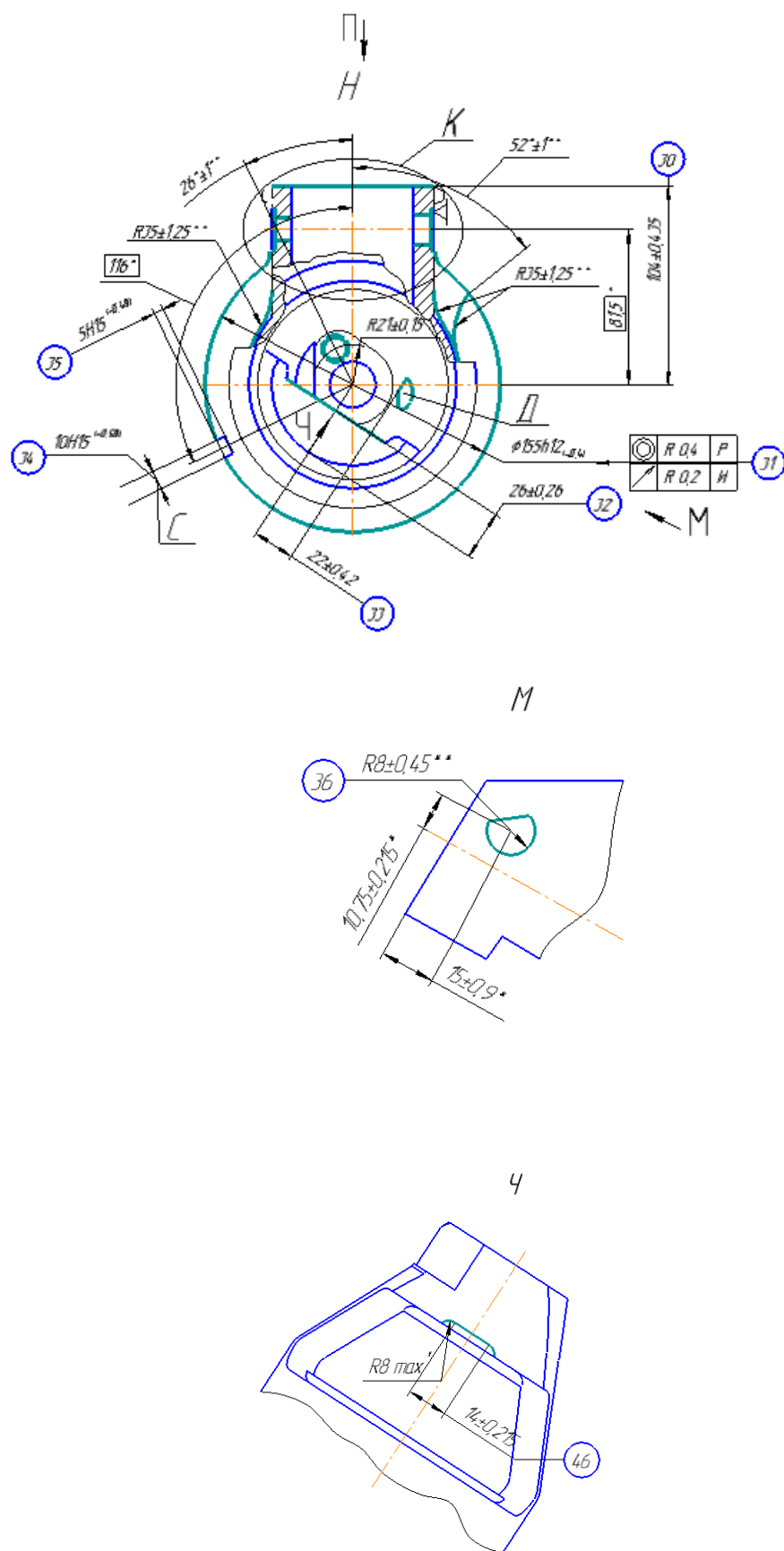
Таблица 2.3 – План операций и переходов обработки детали

операции	Оборудование. Наименование операции и операционный эскиз	перехода	Содержание переходов
000	Установка для литья по газифицированным моделям ЛГМ 1000		Отлить заготовку
005	<p>Многоцелевой станок с ЧПУ MAZAK INTEGREX i-400ST</p> <p>Установка А</p> 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<p>Обработать деталь по программе, выдерживая размеры:</p> <p>4,6,9 предварительно.</p> <p>4,6,9 окончательно.</p> <p>1,2,3,5,7,8,У предварительно</p> <p>1,2,3,5,7,8,У окончательно.</p>

Продолжение таблицы 2.3

	<p>Установка Б</p>	<p>5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20</p>	<p>20,21,22 предварительно окончательно. 17 предварительно 17 окончательно. 18,19,26,27,28, 29. 13,14,15,16. 23,24,25,30,31, 32,41,45 Центровать 4 отв. 10, 2 отв. 44. 10,12, выдерживая Ø4,95(+0,26) под резьбу 10,11. 44, выдерживая Ø8,43(+0,3) 44. 34,35,39,40,42. 37,38,43,46. 49,50,51,52. 33,36,47,48.</p>
--	--------------------	---	---

Продолжение таблицы 2.3



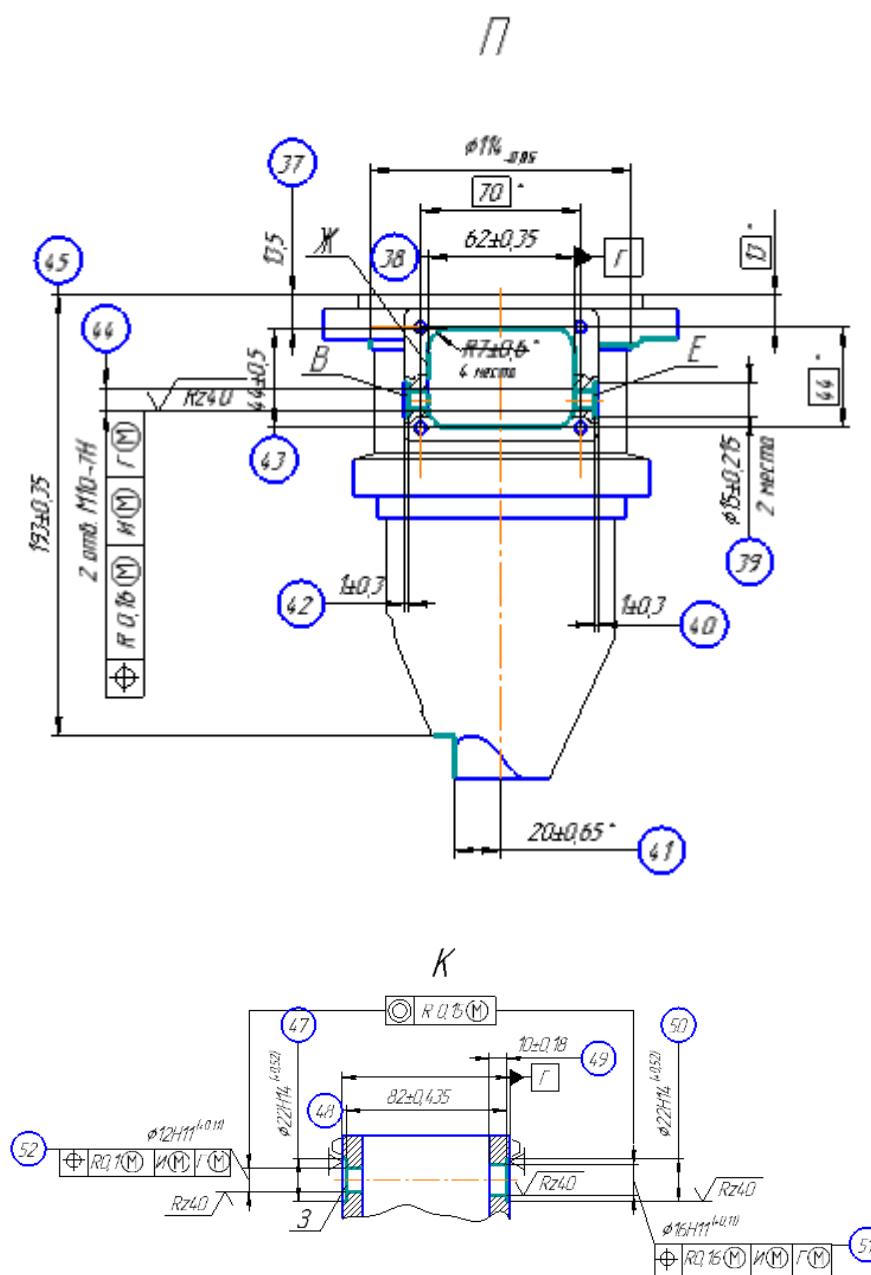
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

1503.05.2018.290.00. ПЗ

Лист

45

Продолжение таблицы 2.3



1. * Размер обеспечивается программой.
2. **Размер обеспечивается инструментом.
3. *1 Биение обеспечивается технологически.
4. Допускается чернота при обработке поверхности Л.
5. Допускается механическая обработка поверхности Т.
6. Размер У после механической обработки не менее 7,2 мм.
7. На поверхности Ф дефекты не допускаются.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1503.05.2018.290.00. ПЗ

Лист

46

2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса.

Размерная схема проектного технологического процесса представлена в приложении Б.

Составим уравнения припусков и замыкающих звеньев:

$$1) [17_18] = (17_98)_{\pm 1,2} - (98_18)_{\pm 0,435}$$

$$[17_18]_{\text{НОМ}} = [17_18]_{\text{МИН}} + W[17_18]/2 - \Delta W[17_18],$$

где $[17_18]_{\text{МИН}}$ – минимальный припуск;

$W[17_18]$ – поле рассеяния замыкающего звена;

$\Delta W[17_18]$ – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$$[17_18]_{\text{МИН}} = Rz + Df,$$

где Rz – шероховатость поверхности с предшествующего перехода, $Rz=320$ мкм;

Df – дефектный слой с предшествующего перехода, $Df = 400$ мкм.

$$[17_18]_{\text{МИН}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм};$$

$$W[17_18] = T(17_98) + T(98_18)$$

$$W[17_18] = 2,4 + 0,87 = 3,27 \text{ мм}.$$

$$\Delta W[17_18] = \Delta T(17_98) - \Delta T(98_18)$$

$$\Delta W[17_18] = \frac{1,2-1,2}{2} - \frac{0,435-0,435}{2} = 0 \text{ мм}.$$

$$[17_18]_{\text{НОМ}} = 0,72 + 3,27/2 - 0 = 2,355 \text{ мм}.$$

$$2,355 = (17_98) - 97$$

$$(17_98) = 2,355 + 97 = 99,355 \text{ мм}.$$

Округлим размер до 99,5 мм (+0,145).

$$D = (17_98) = 99,5 \pm 1,2 \text{ мм}.$$

$$2) [27_28] = (27_98)_{\pm 1,1} - (98_18)_{\pm 0,435} + (18_28)_{\pm 0,18}$$

$$[27_28]_{\text{НОМ}} = [27_28]_{\text{МИН}} + W[27_28]/2 - \Delta W[27_28],$$

$$[27_28]_{\text{МИН}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм};$$

$$W[27_28] = T(27_98) + T(98_18) + T(18_28)$$

$$W[27_28] = 2,2 + 0,87 + 0,36 = 3,43 \text{ мм}.$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$\Delta W[27_28] = \Delta T(27_98) - \Delta T(98_18) + \Delta T(18_28)$$

$$\Delta W[27_28] = \frac{1,1-1,1}{2} - \frac{0,435-0,435}{2} + \frac{0,18-0,18}{2} = 0 \text{ мм.}$$

$$[27_28]_{\text{НОМ}} = 0,72 + 3,43/2 - 0 = 2,435 \text{ мм.}$$

$$2,435 = (27_98) - 97 + 7$$

$$(27_98) = 2,435 + 97 - 7 = 92,435 \text{ мм.}$$

Округлим размер до 92,5 мм (+0,065).

$$\Gamma = (27_98) = 92,5 \pm 1,1 \text{ мм.}$$

$$3) [37_38] = - (37_98) \pm 1,1 + (98_18) \pm 0,435 - (18_38) \pm 0,35$$

$$[37_38]_{\text{НОМ}} = [37_38]_{\text{мин}} + W[37_38]/2 - \Delta W[37_38],$$

$$[37_38]_{\text{мин}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм;}$$

$$W[37_38] = T(37_98) + T(98_18) + T(18_38)$$

$$W[37_38] = 2,2 + 0,87 + 0,7 = 3,77 \text{ мм.}$$

$$\Delta W[37_38] = - \Delta T(37_98) + \Delta T(98_18) - \Delta T(18_38)$$

$$\Delta W[37_38] = - \frac{1,1-1,1}{2} + \frac{0,435-0,435}{2} - \frac{0,35-0,35}{2} = 0 \text{ мм.}$$

$$[37_38]_{\text{НОМ}} = 0,72 + 3,77/2 - 0 = 2,605 \text{ мм.}$$

$$2,605 = - (37_98) + 97 - 13,5$$

$$(37_98) = 97 - 2,605 - 13,5 = 80,895 \text{ мм.}$$

Округлим размер до 80,5 мм (- 0,395).

$$Б = (37_98) = 80,5 \pm 1,1 \text{ мм.}$$

$$4) [67_68] = (67_98) \pm 0,9 - (98_18) \pm 0,435 + (18_38) \pm 0,35 + (38_68) \pm 0,5$$

$$[67_68]_{\text{НОМ}} = [67_68]_{\text{мин}} + W[67_68]/2 - \Delta W[67_68],$$

$$[67_68]_{\text{мин}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм;}$$

$$W[67_68] = T(67_98) + T(98_18) + T(18_38) + T(38_68)$$

$$W[67_68] = 1,8 + 0,87 + 0,7 + 1 = 4,37 \text{ мм.}$$

$$\Delta W[67_68] = \Delta T(67_98) - \Delta T(98_18) + \Delta T(18_38) + \Delta T(38_68)$$

$$\Delta W[67_68] = \frac{0,9-0,9}{2} - \frac{0,435-0,435}{2} + \frac{0,35-0,35}{2} + \frac{0,5-0,5}{2} = 0 \text{ мм.}$$

$$[67_68]_{\text{НОМ}} = 0,72 + 4,37/2 - 0 = 2,905 \text{ мм.}$$

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ					

$$2,905 = (67_98) - 97 + 13,5 + 44$$

$$(67_98) = 2,905 + 97 - 13,5 - 44 = 42,405 \text{ мм.}$$

Округлим размер до 42,5 мм (+0,095).

$$A = (67_98) = 42,5 \pm 0,9 \text{ мм. } 5) [87_88] = - (87_98) \pm 0,6 + (98_18) \pm 0,435 - (18_88) \pm 0,37$$

$$[87_88]_{\text{НОМ}} = [87_88]_{\text{МІН}} + W[87_88]/2 - \Delta W[87_88],$$

$$[87_88]_{\text{МІН}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм;}$$

$$W[87_88] = T(87_98) + T(98_18) + T(18_88)$$

$$W[87_88] = 1,2 + 0,87 + 0,74 = 2,81 \text{ мм.}$$

$$\Delta W[87_88] = - \Delta T(87_98) + \Delta T(98_18) - \Delta T(18_88)$$

$$\Delta W[87_88] = - \frac{0,6 - 0,6}{2} + \frac{0,435 - 0,435}{2} - \frac{0,37 - 0,37}{2} = 0 \text{ мм.}$$

$$[87_88]_{\text{НОМ}} = 0,72 + 2,81/2 - 0 = 2,125 \text{ мм.}$$

$$2,125 = - (87_98) + 97 - 79$$

$$(87_98) = 97 - 2,125 - 79 = 15,875 \text{ мм.}$$

Округлим размер до 15,5 мм (- 0,375).

$$B = (87_98) = 15,5 \pm 0,6 \text{ мм.}$$

$$6) [187_188] = (187_98) \pm 1,2 + (98_18) \pm 0,435 - (18_88) - 0,72$$

$$[187_188]_{\text{НОМ}} = [187_188]_{\text{МІН}} + W[187_188]/2 - \Delta W[187_188],$$

$$[187_188]_{\text{МІН}} = 0,32 + 0,4 = 0,72 \text{ мм;}$$

$$W[187_188] = T(187_98) + T(98_18) + T(18_188)$$

$$W[187_188] = 2,4 + 0,87 + 0,72 = 3,99 \text{ мм.}$$

$$\Delta W[187_188] = \Delta T(187_98) + \Delta T(98_18) - \Delta T(18_188)$$

$$\Delta W[187_188] = \frac{1,2 - 1,2}{2} + \frac{0,435 - 0,435}{2} - \frac{0 - 0,72}{2} = 0,36 \text{ мм.}$$

$$[187_188]_{\text{НОМ}} = 0,72 + 3,99/2 - 0 = 2,355 \text{ мм.}$$

$$2,355 = (187_98) + 97 - 211,6$$

$$(187_98) = 211,6 + 2,355 - 97 = 116,955 \text{ мм.}$$

Округлим размер до 117 мм (+ 0,045).

$$E = (187_98) = 117 \pm 1,2 \text{ мм.}$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени

Расчет режимов резания и норм времени на операцию 005 комплексная с ЧПУ.

Обработка производится на многоцелевом станке с ЧПУ MAZAK INTEGREX i-400 ST.

Обработка производится импортным режущим инструментом таких фирм Taegu Tec, ISCAR. Режимы резания представлены в каталогах этих фирм.

С помощью этих каталогов были выбраны показания для расчета режимов резания, соответствующие выбранному режущему инструменту и сведены в «таблицу 2.4».

Таблица 2.4 – Режимы резания, нормы времени.

Операция Установ Переход	Режимы резания				
	t, мм	V, м/мин	n, об/мин	s, мм/об	T _о , мин
005 Комплексная с ЧПУ					
Установ А					
1. Размеры 4,6,9, предварительно	2	290	428	0,3	0,74
2. Размеры 4,6,9 окончательно	0,25	315	836	0,15	0,032
3. Размеры 1,2,3,5,7,8, У предварительно	3,5	290	1086	0,3	0,5
4. Размеры 1,2,3,5,7,8, У окончательно	0,25	315	1180	0,15	0,46
Установ Б					
5. Размеры 20,21,22 предварительно	3,5	260	1383	0,2	0,25
6. Размеры 20,21,22 окончательно	0,5	315	938	0,15	0,14
7. Размер 17 предварительно	11,5	100	1390	0,2	0,16
8. Размер 17 окончательно	0,5	75	1000	0,15	0,23

Продолжение таблицы 2.4

9. Размеры 18,19,26,27,28,29	2,6	53	500	0,05	0,72
10. Размеры 13,15	6,1	80	2090	0,24	0,05
11. Размеры 23,24,25,30,31,32,41,45	4	251	2000	0,4	2,45
12. Размеры 10,44	2,48	60	1580	0,24	0,05
13. Размеры 10,12	2,55	32	2000	0,2	0,22
14. Размеры 10,11	2,55	8	400	1	0,3
15. Размер 44	4,25	53	2000	0,2	0,1,
16. Размер 44	4,25	6	200	1,5	0,21
17. Размеры 14,16,34,35,39,40,42	3	75	3000	0,2	0,4
18. Размеры 37,38,43,46	2	88	2000	0,48	5,3
19. Размеры 49,50,51,52	8	160	2000	0,24	0,11
20. Размеры 33,36,47,48	4	50	2000	0,4	0,14

Расчет режимов резания операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Установ А

Переход 1, размеры 4,6,9 предварительно: D=216мм; t=2 мм; L=44,75 мм; i=2;

$$S_{\text{кат.}} = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 290 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 290}{3,14 \cdot 216} = 428 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{44,75 \cdot 2}{0,3 \cdot 428} = 0,74 \text{ мин.}$$

Переход 2, размеры 4,6,9 окончательно: D=120 мм; t=0,25 мм; L=4 мм; i=1;

$$S_{\text{кат.}} = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 315 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 315}{3,14 \cdot 120} = 836 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{4 \cdot 1}{0,15 \cdot 836} = 0,032 \text{ мин.}$$

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ					

Переход 3, размеры 1,2,3,5,7,8,У предварительно: D=85мм; t=3,5 мм;

L=81мм; i=2; $S_{\text{кат.}} = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$; $V_{\text{кат.}} = 290$ м/мин

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 290}{3,14 \cdot 85} = 1086 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{81 \cdot 2}{0,3 \cdot 1086} = 0,5 \text{ мин.}$$

Переход 4, размеры 1,2,3,5,7,8,У окончательно: D=85мм; t = 0,25мм; L=81 мм;

i=1; $S_{\text{кат.}} = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$; $V_{\text{кат.}} = 315$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 315}{3,14 \cdot 85} = 1180 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{81 \cdot 1}{0,15 \cdot 1180} = 0,46 \text{ мин.}$$

Установ Б.

Переход 5, размеры 20,21,22 предварительно: D=60мм; t=3,5 мм; L=34 мм;

i=2; $S_{\text{кат.}} = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$; $V_{\text{кат.}} = 260$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 260}{3,14 \cdot 60} = 1383 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{65 \cdot 2}{0,2 \cdot 11383} = 0,25 \text{ мин}$$

Переход 6, размеры 20,21,22 окончательно: D=107мм; t=0,5 мм; L=20 мм; i=1;

$S_{\text{кат.}} = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$; $V_{\text{кат.}} = 315$ м/мин

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 315}{3,14 \cdot 107} = 938 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{65 \cdot 1}{0,15 \cdot 938} = 0,14 \text{ мин.}$$

Переход 7, размер 17 предварительно: D=23мм; t=11,5 мм; L=44 мм; i=1;

$S_{\text{кат.}} = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$; $V_{\text{кат.}} = 100$ м/мин.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 23} = 1390 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{44 \cdot 1}{0,2 \cdot 1390} = 0,16 \text{ мин}$$

Переход 8, размер 17 окончательно: D=24мм; t=0,5 мм; L=34 мм; i=1;

$$S_{\text{кат.}} = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 75 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 75}{3,14 \cdot 24} = 1000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{34 \cdot 1}{0,15 \cdot 1000} = 0,23 \text{ мин.}$$

Переход 9, размеры 18,19,26,27,28,29: D=34мм; t=2,6 мм; L=9 мм; i=2;

$$S_{\text{кат.}} = 0,05 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 53 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 53}{3,14 \cdot 34} = 500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{9 \cdot 2}{0,05 \cdot 500} = 0,72 \text{ мин.}$$

Переход 10, размеры 13,15: D=12,2мм; t=6,1 мм; L=26 мм; i=1; $S_{\text{кат.}} = 0,24 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$

$$V_{\text{кат.}} = 80 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 12,2} = 2090 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{26 \cdot 1}{0,24 \cdot 2090} = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 11, размеры 23,24,25,30,31,32,41,45: D=40 мм; t=4 мм; L=490 мм;

$$i=4; S_{\text{кат.}} = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 251 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 251}{3,14 \cdot 40} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{490 \cdot 4}{0,4 \cdot 2000} = 2,45 \text{ мин.}$$

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Переход 12, размеры 10,44: $D=12$ мм; $t=2,48$ мм; $L=5$ мм; $i=4$; $S_{\text{кат.}} = 0,24 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

$V_{\text{кат.}} = 60$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 12} = 1580 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{5 \cdot 4}{0,24 \cdot 1580} = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 13, размеры 10,12: $D=5,1$ мм; $t=2,55$ мм; $L=22$ мм; $i=4$; $S_{\text{кат.}} = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

$V_{\text{кат.}} = 32$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 32}{3,14 \cdot 5,1} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{22 \cdot 4}{0,2 \cdot 2000} = 0,22 \text{ мин.}$$

Переход 14, размеры 10,11: $D=6$ мм; $t=2,55$ мм; $L=15$ мм; $i=4$; $S_{\text{кат.}} = 0,1 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

$V_{\text{кат.}} = 8$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 8}{3,14 \cdot 6} = 400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{15 \cdot 4}{0,1 \cdot 400} = 0,3 \text{ мин.}$$

Переход 15, размер 44: $D=8,5$ мм; $t=4,25$ мм; $L=18,5$ мм; $i=2$; $S_{\text{кат.}} = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

$V_{\text{кат.}} = 53$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 53}{3,14 \cdot 8,5} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{18,5 \cdot 2}{0,2 \cdot 2000} = 0,1 \text{ мин.}$$

Переход 16, размер 44: $D=10$ мм; $t=4,25$ мм; $L=15,5$ мм; $i=2$; $S_{\text{кат.}} = 1,5 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

$V_{\text{кат.}} = 6$ м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 6}{3,14 \cdot 10} = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{15,5 \cdot 2}{1,5 \cdot 200} = 0,21 \text{ мин.}$$

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Переход 17, размеры 14,16,34,35,39,40,42: D=8 мм; t=3 мм; L=76 мм; i=2;

$$S_{\text{кат.}} = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 75 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 75}{3,14 \cdot 8} = 3000 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{76 \cdot 2}{0,2 \cdot 3000} = 0,4 \text{ мин.}$$

Переход 18, размеры 37,38,43,46: D=14 мм; t=2 мм; L=244 мм; i=21;

$$S_{\text{кат.}} = 0,48 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 88 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 14} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{244 \cdot 21}{0,48 \cdot 2000} = 5,3 \text{ мин.}$$

Переход 19, размеры 49,50,51,52: D=16 мм; t=8 мм; L=26 мм; i=2;

$$S_{\text{кат.}} = 0,24 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 160 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 160}{3,14 \cdot 16} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{26 \cdot 2}{0,24 \cdot 2000} = 0,11 \text{ мин.}$$

Переход 20, размер 33,36,47,48: D=16 мм; t=4 мм; L=57 мм; i=2;

$$S_{\text{кат.}} = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; V_{\text{кат.}} = 50 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 16} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{57 \cdot 2}{0,4 \cdot 2000} = 0,14 \text{ мин.}$$

Найдем машинно-вспомогательное время на операции 005:

$$T_{\text{мв}} = T_{\text{мви}} + T_{\text{мвх}},$$

где $T_{\text{мви}}$ – время связанное со сменой инструмента, $T_{\text{мвх}}$ – время вспомогательных ходов.

$$T_{\text{мви}} = n \cdot T_{\text{рг}} + n \cdot T_{\text{фс}},$$

где $T_{\text{рг}}$ – время смены инструмента в фрезерные шпиндели – 0,25 мин.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$T_{фс}$ – время смены инструмента в токарной револьверной головки - 0,5 мин.

$$T_{мви} = 12 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,5 = 6 \text{ мин.}$$

$$T_{мвх} = L/V + n \cdot R_{фр} + n \cdot T_{п},$$

где L – длина вспомогательных ходов; V – скорость быстрых перемещений, $R_{фр}$ – время поворота фрезерного привода (0,2 мин), $T_{п}$ – время автоматической передачи детали из одного патрона в другой (0,3 мин).

$$T_{мвх} = 3000/10000 + 12 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,3 = 3 \text{ мин.}$$

$$T_{мв} = 6 + 3 = 9 \text{ мин.}$$

Тогда время автоматического цикла:

$$T_{ца} = \Sigma T_0 + T_{мв} = 33,8 + 9 = 42,8 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_{в} = T_{в \text{ уст}} + T_{в \text{ оп}} + T_{в \text{ изм}},$$

где $T_{в \text{ уст}}$ – время на установку:

$$T_{в \text{ уст}} = 0,55 \text{ мин (установка в патрон);}$$

$T_{в \text{ оп}}$ – время связанное с операцией, равное 0,5 мин;

$T_{в \text{ изм}}$ – время на измерения, $T_{в \text{ изм}} = 4$ мин.

Тогда $T_{в} = 0,55 + 0,5 + 4 = 5,05$ мин.

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_{ца} + T_{в} = 42,54 + 5,05 = 47,59 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности принимаем равным 7% от оперативного времени.

Тогда штучное время на операции 005:

$$T_{шт} = T_{оп} + 7\%(T_{оп}) = 47,59 + 3,33 = 50,92 \text{ мин.}$$

Найдем норму времени на операцию:

$$H_{вр} = T_{шт} + t_{пз}/N,$$

где $t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, принимаем 25 мин;

N – число деталей в партии – 720 шт.

$$\text{Тогда } H_{вр} = 50,92 + 25/720 = 50,95 \text{ мин.}$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

2.3.7 Расчет необходимого количества оборудования

При определении количества оборудования цехов серийного производства точным способом расчет ведется по каждому типоразмеру станка на основе подсчета готовой трудоемкости обработки всех деталей, закрепленных за данным типом станка. Проектные расчеты основного количества станков для 2-х сменного режима работы.

Потребное количество станков данного типа определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт\ к}}{\Phi_{д\ об}},$$

где C_p - расчетное количество станков данного типоразмера;

$T_{шт\ к}$ - трудоемкость годового количества всех деталей на станках данного типоразмера в станко-часах;

$\Phi_{д\ об}$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования при 2-х сменной работе в часах.

Полученное расчетом количество станков округляется до целого числа, называемого принятым числом станков $C_{п}$.

$$T_{шт\ к} = \frac{T_{шт} Д}{60},$$

где $T_{шт}$ - штучно-калькуляционное время обрабатываемых деталей на станках данного типа в мин;

$Д$ - годовое количество деталей, обрабатываемых на станке.

Действительный фонд рабочего времени оборудования включает потери от простоя оборудования при плановом техническом обслуживании (3-4%) и составляет 4015 - 4028 часов для обычного оборудования.

Для определения степени загруженности станков данного типоразмера пользуются коэффициентом загрузки оборудования. Этот коэффициент определяется отношением расчетного числа станков к принятому:

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_{п}}$$

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Средний коэффициент загрузки оборудования по участку, отделению или цеху:

$$\eta_{\text{ср}} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{\text{п}}}$$

Средние значения коэффициента загрузки оборудования по цеху принимается: для единичного и мелкосерийного производства 0,8-0,85 и выше; для серийного производства - не ниже 0,75 - 0,85. Если по отдельным типам станков коэффициент загрузки получается более низким, то его необходимо догрузить или совсем разгрузить, перенеся работы на другие станки.

Коэффициент использования станка по основному времени - равен отношению основного времени к штучно- калькуляционному:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{\text{шт-к}}}$$

Расчет для многоцелевого станка с ЧПУ MAZAK INTEGREX i-400ST.

Данное оборудование используется для изготовления детали «Крышка стартера» за одну операцию.

$$T_{\text{шт к}} = \frac{33,8 \cdot 720}{60} = 405,6 \text{ ч.}$$

Расчетное количество оборудования:

$$C_p = \frac{405,6}{4028} = 0,1 \text{ шт.}$$

Принимаем количество оборудования:

$$C_{\text{п}} = 1 \text{ шт.}$$

Коэффициент загрузки оборудования:

$$\eta_z = \frac{0,1}{1} = 0,1$$

Коэффициент использования станка по основному времени:

$$\eta_o = \frac{33,8}{405,6} = 0,083$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Как видно из расчетов оборудование при производстве партии рассматриваемых деталей объемом 1000 штук в год загружено не полностью и для эффективного его использования необходимо догружать станок деталями схожими по типу, размеру и массе.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

3. КОСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

Силовой расчет приспособления

Так как при фрезеровании создаются значительные усилия возникает риск само раскрепления заготовок. Поэтому расчет усилия зажима производится на переход, где при обработке на заготовку действуют максимальные силы резания.

Условие неподвижности детали на оправке определяется уравнением моментов:

$$\sum M_{mp} \geq k_z \times M_{рез},$$

где- $\sum M_{mp}$ суммарный момент резания от всех лепестков цангового зажима;

$$\sum M_{mp} = z \times Q \times f_{тр} \times \frac{d}{2},$$

где z – число лепестков цангового зажима;

Q – сила от одного лепестка;

$f_{тр}$ – коэффициент трения на рабочей поверхности оправки;

d – рабочий диаметр цангового зажима;

k_z – коэффициент запаса;

$$M_{рез} = P_z \times \frac{D}{2},$$

где $M_{рез}$ – момент резания, действующий на деталь ($M_{рез}=M_{пр}$);

P_z – окружная сила при обработке;

D – диаметр обработки = $\emptyset 155h12_{(-0,4)}$ мм.

Предварительно определим окружную силу резания, возникающую в процессе обработки (рисунок 3.1):

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		60

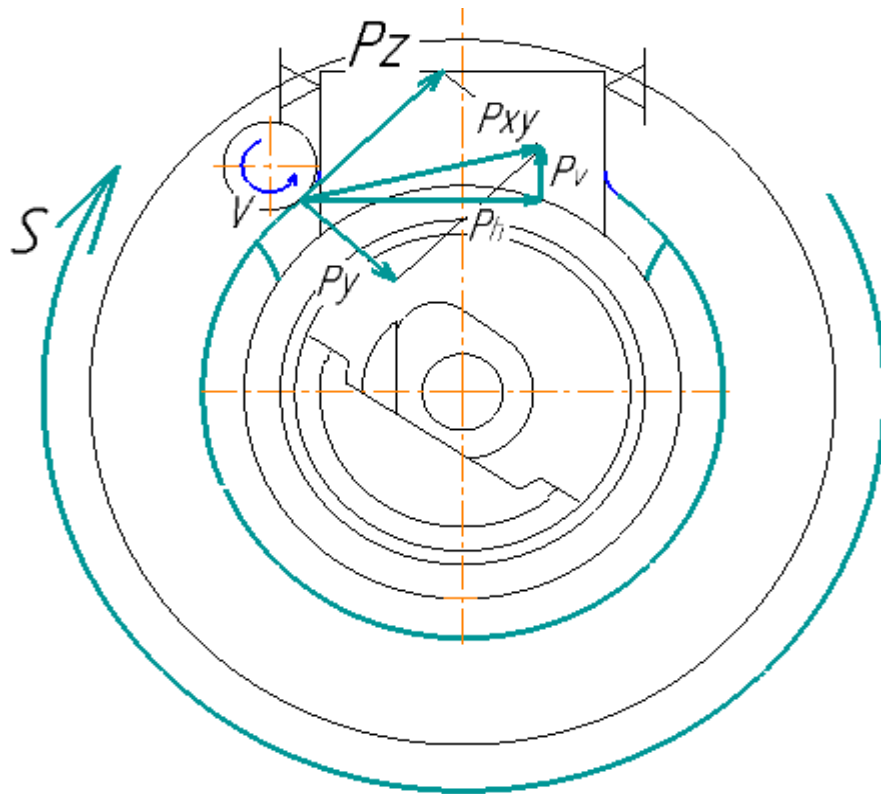


Рисунок 3.1 - Схема сил резания при фрезеровании.

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times s_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times k_{MP},$$

где C_p , x , y , q , - коэффициент и показатели степени окружной силы;

t – глубина резания, = 4 мм;

s_z – подача на один зуб, = 0,15 мм/зуб;

B – ширина фрезерования, = 8 мм;

z – число зубьев фрезы. = 4 мм;

D – диаметр фрезы, = 40 мм;

n – частота вращения фрезы, = 1200 об/мин;

K_{MP} – поправочный коэффициент.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

$$P_z = \frac{10 \times 825 \times 4 \times 0,15^{0,75} \times 8^{1,1} \times 4}{40^{1,3} \times 1200^{0,2}} 0,88 = \frac{313358,4}{500} 0,88 = 552H.$$

$$M_{рез} = 552 \times \frac{155 \times 10^{-3}}{2} = 43Hм$$

Требуемая сила закрепления детали от одного лепестка цанги определяется по формуле:

$$Q = \frac{M_{np}}{z \times f_{np} \times \frac{d}{2}} = \frac{43}{4 \times 0,16 \times \frac{85}{2}} = 1,6H$$

Для создания этой силы от лепестков на деталь необходимо преодолеть силу упругого сопротивления лепестков в пределах радиального зазора между цангой и отверстием.

Сила упругого сопротивления одного лепестка цанговой втулки:

$$N = \frac{3 \times E \times J}{(2 \times l)^3} \times \frac{S}{2}$$

где E – модуль упругости материала цанги (для стали E=2,1·10⁶ МПа);

S – диаметральный зазор до закрепления = 0,1 мм;

l - длина лепестка цанги до места заделки = 40 мм;

J – момент инерции сечения сектора лепестков цанги:

$$J = \frac{d^3 \times h}{8} \left(\alpha + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2(\sin \alpha)^2}{\alpha_1} \right),$$

где h – толщина лепестка цангового втулки = 8 мм;

α – половина угла конуса цанговой втулки = 40°;

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		62

α_1 – половина угла сектора лепестка.

$$J = \frac{85^3 \times 8}{8} \left(0,342 + 0,64 \times 0,76 - \frac{0,13}{0,36} \right) = 267 \text{ мм}^4$$

$$N = \frac{3 \times 2,1 \times 10^6 \times 267}{(2 \times 40)^3} \times \frac{0,1}{2} = 1,64H$$

Расчетная схема приспособления

Расчетная схема представлена на (рисунке 3.2)

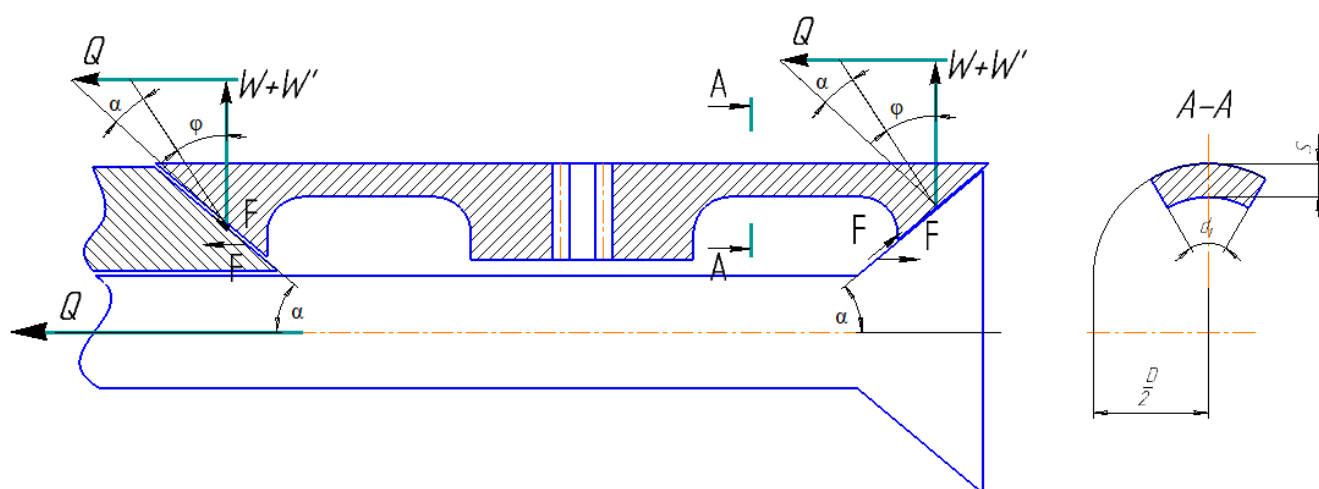


Рисунок 3.2- Расчетная схема

Расчет цанговой оправки сводится к выявлению соотношения сил зажима W и привода $P_{пр} = Q$.

Расчет усилия зажима заготовки

В роли приспособления для закрепления заготовки во втором установе, используется цанговую оправку. Цангами называют разрезные пружинящие втулки, которые могут центрировать заготовки по внешним и внутренним цилиндрическим поверхностям. Продольные прорезы превращают каждый лепесток цанги в концевую закрепленную балку, которая получает радиальные упругие перемещения при продольном движении за счет взаимодействия конусов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

1503.05.2018.290.00. ПЗ

Лист

63

цанги и корпуса. Число лепестков цанги зависит от ее рабочего диаметра d , так как в моем случае $d=85$ мм, то цанга имеет шесть лепестков.

Каждый лепесток цанги представляет собой односкостный клин и разжим цанги происходит с двух сторон, рисунок 6.1.

Из этого следует, что для расчета силы тяги(привода) $P_{пр} = Q$ цанги используем формулу.

$$Q = (W + W') \times \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1),$$

где W - потребляемая сила зажима заготовки H ; W' - сила сжатия лепестков цанги для выбора зазора между ее губками и заготовкой, H ; α - половина угла конуса цанги, $\alpha = 40^\circ$; φ_1 - угол трения в стыки конических поверхностей цанги и корпуса, $\varphi_1=50^\circ$.

$$W = \frac{k \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + P_z^2}}{f},$$

где коэффициент запаса k , рассчитывается по формуле:

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6,$$

где $k_0=1,5$ – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев обработки;
 $k_1=1,05$ – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовки;

$k_2=1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки и материала заготовки;

$k_3 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при торцевом фрезеровании;

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

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

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		64

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

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,6.$$

f - коэффициент трения между заготовкой и цангой: $f=0,05$;

r - радиус базовой поверхности заготовки: $r = \frac{D}{2} = \frac{85}{2} = 42,5 \text{ мм}$

P_z - осевая сила, сдвига цанги (сила резанья): $P_z = 552 \text{ Н}$;

M - момент, передаваемый цангой: $M = 43 \text{ Нм}$

$$W = \frac{\sqrt[2,6]{\frac{43^2}{42,5^2} + 552^2}}{0,05} = \frac{\sqrt[2,6]{304705}}{0,05} = \frac{128,6}{0,05} = 2572 \text{ Н}.$$

Силу W' можно найти из рассмотрения зависимости прогиба консольно закрепленной балки (лепестка) с вылетом l рисунок 6.1. Для шестилепестковой цанги

$$W' = n \left(\frac{3EJy}{l^3} \right),$$

где E – модуль упругости материала цанги (для стали $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ МПа}$);

y - стрела прогиба лепестка, $y = \frac{S}{2}$ (здесь S – диаметральный зазор до закрепления = 0,1 мм) $y = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм}$;

n - число лепестков цанги, в моем случае $n = 12$;

l - длина лепестка цанги до места заделки, $l = 40 \text{ мм}$;

J – момент инерции сечения сектора лепестков цанги, $J = 267 \text{ мм}^4$.

$$W' = 12 \left(\frac{3 \times 2,1 \times 10^6 \times 0,05}{40^3} \right) = 60 \text{ Н}.$$

$$Q = 2572 + 60 \times \text{tg}(40^\circ + 50^\circ) = 2632 \times 2 = 5264 \text{ Н}$$

Расчет зажимного устройства.

Цанговые оправки могут приводиться в действие как пневматическими, так и гидравлическими приводами. В моем случае, я выбрал гидравлический. Гидравлические приводы представляют собой поршневые устройства, приводимые в действие от отдельного насоса. Рабочей жидкостью служит масло индустриальное.

Расчет зажимного устройства в рассматриваемом приспособлении производить не следует, так как зажим заготовки осуществляется непосредственно от штока гидроцилиндра без кого-либо промежуточного звена.

Исходные данные для расчета гидравлического привода являются: рабочим является тянущее усилие на штоки, $Q = P_{пр} = 5264Н$; давление масла $p = 6,3Мпа$; η – КПД = 0,92;

Диаметр поршня вычислим по формуле:

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{Q}{0,75 \times \pi \times p \times \eta}}$$
$$D = 2 \times \sqrt{\frac{5264}{0,75 \times 3,14 \times 6,3 \times 0,92}} = 57\text{мм.}$$

Диаметр штока определяем из условия

$$\frac{d_{шт}}{D} = m = 0,3 \div 0,7$$

$$d_{шт} = D \times m$$

Исходя из конструктивных соображений принимаем $m=0,5$

$$d_{шт} = 57 \times 0,5 = 28,5 \text{ мм.}$$

Полученные значения округляем и согласовываем по ГОСТ 6540-68 и получаем $D = 63h7\text{мм}$, $d = 32h7\text{мм}$:

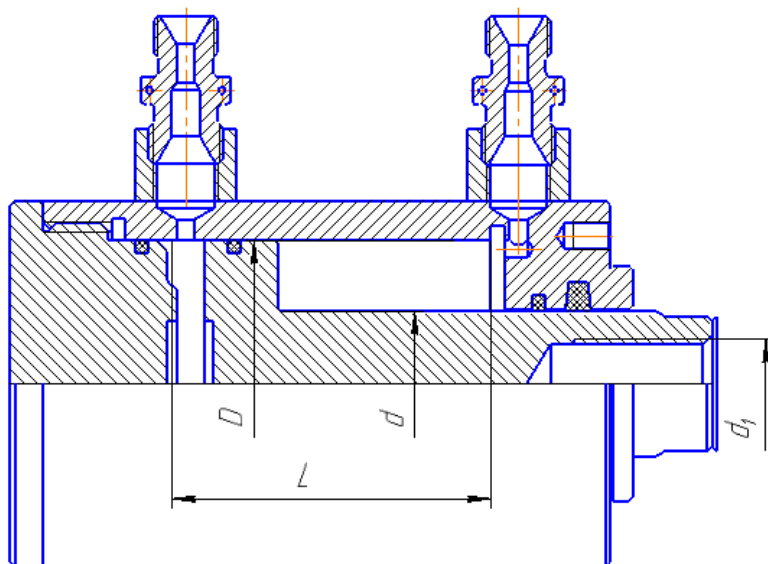


Рисунок 3.3 - Параметры гидроцилиндра

По ГОСТ 6540-68 «Гидроцилиндры и пневмоцилиндры». Выбираем гидравлический вращающийся цилиндр ГЦВ1-63.32×40.59-УХЛ. Это гидроцилиндр без торможения с креплением по заднему фланцу, с внутренней резьбой на конце штока, с метрической присоединительной резьбой для подвода гидравлической жидкости, диаметром $D = 63 \text{ h}7 \text{ мм}$, диаметр штока $d = 32 \text{ h}7 \text{ мм}$ и ходом поршня 40 мм, в климатическом исполнении УХЛ (Умеренно холодный климат).

Расчет на прочность резьбового соединения

Рассчитаем на прочность резьбовое соединение М27×2 штока гидроцилиндра и штока цанговой оправки,(рисунок 3.1).

Определение расчетные нагрузки, по формуле:

$$F = r \times Q,$$

где Q - усилие, действующее на резьбовое соединение, $Q = 5264 \text{ Н}$;

r - коэффициент затяжки, для переменной нагрузки, $r = 2,5 \div 4$, из конструктивных соображений $r = 2,5$.

$$F = 2,5 \cdot 5264 = 15660 \text{ Н.}$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		67

Определение растягивающего напряжения, по формуле:

$$\sigma = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2},$$

где F - расчетная нагрузка; d_1 - диаметр отверстия под резьбу, $d_1 = 18$ мм.

$$\sigma = \frac{4 \cdot 15660}{3,14 \cdot (18 \cdot 10^{-3})^2} = 63 \text{ МПа.}$$

Определение касательного напряжения в резьбе:

$$\tau = \frac{F \cdot d_0 \cdot k_1}{0,2 \cdot d_1^3},$$

где k_1 - коэффициент, зависящий от коэффициента трения фрикционной пары

$k_1 = 0,12$; d_0 - наружный диаметр резьбы $d_0 = 20$ мм.

$$\tau = \frac{15660 \cdot 0,020 \cdot 0,12}{0,2 \cdot (0,018)^3} = 32$$

Определение приведённого напряжения в резьбе:

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{63^2 + 3 \cdot 32^2} = 83 \text{ МПа}$$

Определение коэффициента запаса по пластическим деформациям:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{пр}}} \geq 1,2 \div 2,5,$$

где σ_T - предел текучести материала, для стали 40Х, $\sigma_T = 700$ МПа.

$$n = \frac{700}{83} = 8,4 > 1,2 \div 2,5.$$

Прочность резьбы соединения штоков М20×2 обеспечивается.

Расчет на точность

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки $\Delta_{\text{обр}}$, которая не должна превышать допуск T выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\Delta_{\text{обр}} \leq T$. В своей работе, я проверю размер $26 \pm 0,26$, следовательно, сумма всех погрешностей не должна превышать 0,52 мм.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		68

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и тем значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя. Основным видами возникающих в процессе изготовления деталей погрешностей будут являться:

Δ_C – погрешность, обусловленная геометрическими неточностями станка,

$$\Delta_C = 0,001 \text{ мм};$$

$\Delta_T = 0$ – тепловые деформации;

$\Delta_{\text{инст}} = 0,009 \text{ мм}$ – износ инструмента;

$\Delta_D = 0$ – условия резания легкие, поэтому деформаций нет;

$$\omega_M = 0,015 \text{ мм};$$

$\omega_{\text{увода}} = 0$ – увода нет, так как оправка фрезы жесткая;

$\omega_B = 0$ – погрешность базирования;

$\omega_z = 0,05 \text{ мм}$ (гидрозажим) – погрешность закрепления в приспособлении, определяется величиной отклонения расположения базы заготовки от её положения, достигнутого при базировании;

$\omega_{\text{износа}} = \beta \cdot N = 0,00025 \cdot 100 = 0,025 \text{ мм}$, где N – количество деталей, β – табличный коэффициент.

$$\omega_{\text{уст. пр. на станке}} = 0$$

$$\omega_{\text{регулировки}} = 0,005 \text{ мм}$$

$$\omega_{\text{измерения}} = 0,001 \text{ мм}$$

Определяем суммарную погрешность по предельны значениям:

$$\Delta_{\text{ОБР}} = 1,1 \sqrt{0,001^2 + 0,009^2 + 0,015^2 + 0,05^2 + 0,025^2 + 0,005^2 + 0,001^2} = 0,116 \text{ мм}$$

$$0,116 < 0,52$$

Анализ результатов показывает, что при расчёте вероятностным методом условие точности выполняется $\delta_{\Sigma} < t$.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Принцип работы приспособления

Данное приспособление состоит из двух основных узлов: гидроцилиндра 1; зажимного узла, представленного в виде цанговой оправки 2, цанга 3 и штока 5. Эскиз приспособления показан на (рисунке 3.4).

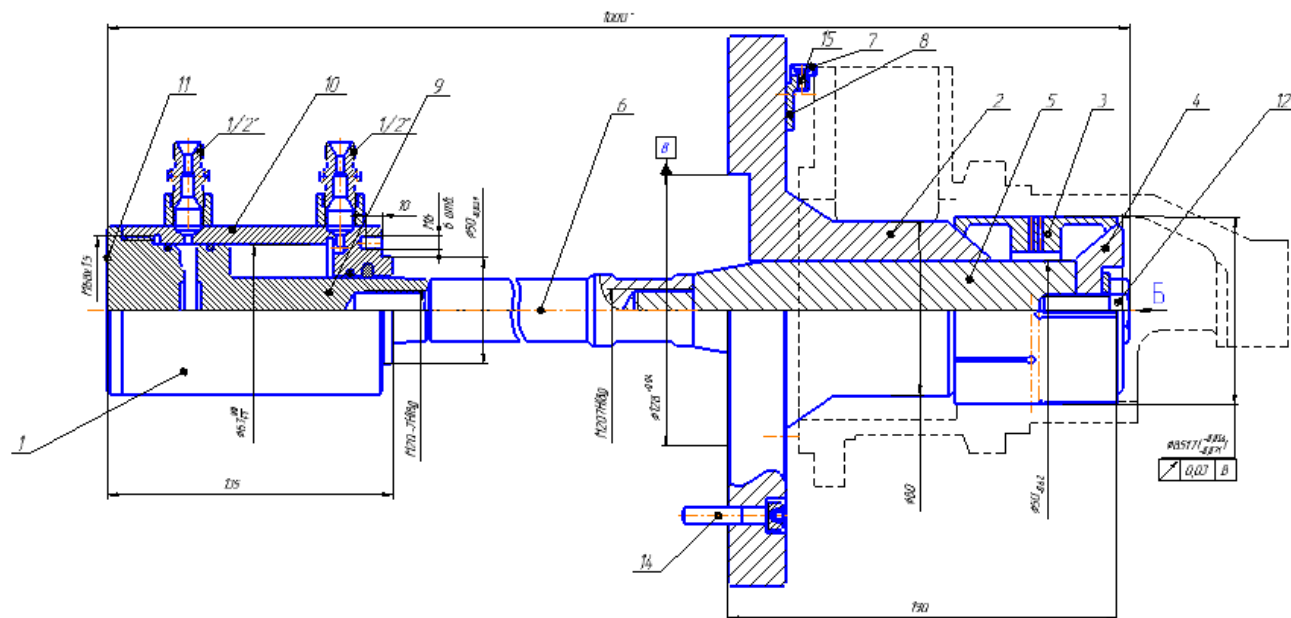


Рисунок 3.4 - Принцип действия приспособления

На шпиндели станка закреплены: гидроцилиндр 1, цанговая оправки 2. После установки заготовки 9 на цанговую оправку 2, в гидроцилиндр подается масло под давлением в правую полость гидроцилиндра и перемещает поршень 9. Шток 6 тянет шток 5 с силой Q , в следствии чего разжимается цанга 3, тем самым создавая прижимное усилие W , заготовка надежно прижимается к цанге.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1503.05.2018.290.00. ПЗ

Лист

70

3.2 Проектирование режущего инструмента

Фрагмент изделия для обработки которого разрабатывается комбинированный инструмент приведен на (рисунки 3.5).

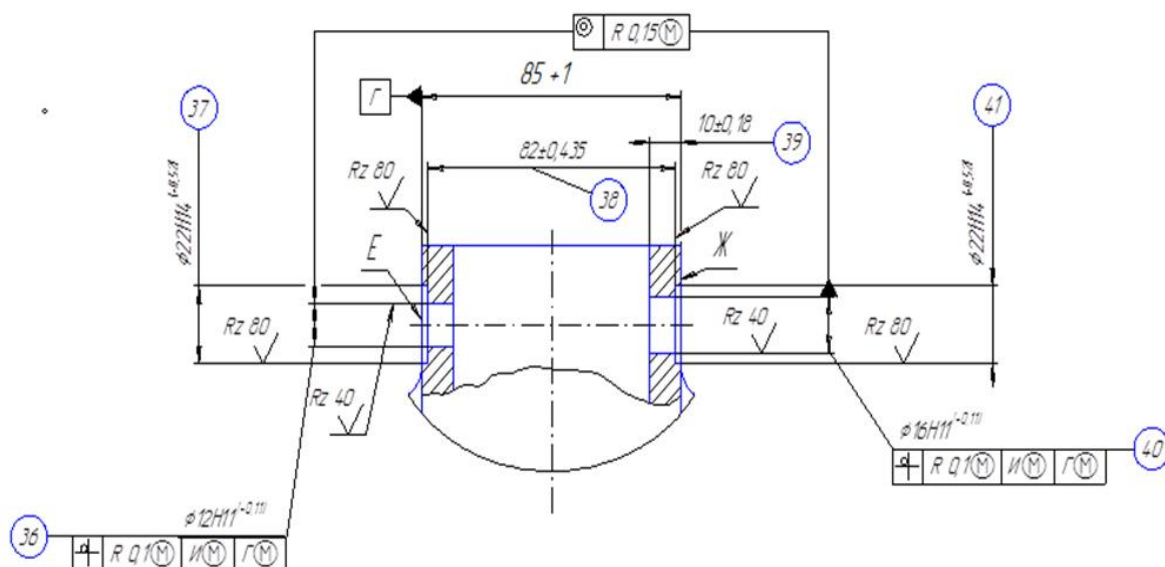


Рисунок 3.5 – Фрагмент чертежа детали

В заводском технологическом процессе для обработки отверстий $\varnothing 16H11^{+0,11}$ мм, $\varnothing 12H11^{+0,11}$ мм и цевок $\varnothing 22H14^{+0,52}$ мм необходимо произвести 4 операции: сверление, рассверливание, разворачивание и цевка отверстия.

Схема обработки.

Для обработки ступенчатого отверстия рассчитаем и спроектируем комбинированное сверло. В основу конструкции комбинированного сверла взята конструкция ступенчатых комбинированных специальных сверл Sandvik Coromant Coro Drill 880 и Coro Drill 870 со сменной головкой для сверления отверстия $\varnothing 12H11^{+0,11}$ мм, специальными пластинами для рассверливания отверстия $\varnothing 16H11^{+0,11}$ мм и для получения цевки $\varnothing 22H14^{+0,52}$ мм. Сверло спроектировано со спиральными отверстиями для СОЖ. Каналы охлаждения не проходят через сердцевину сверла, что повышает прочность сверла и его стойкость к скручиванию.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Сверло с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин предназначено для сверления отверстий глубиной от 4 до 5 диаметров, а также растачивания отверстий. Схема резания показана на (рисунке 3.6).

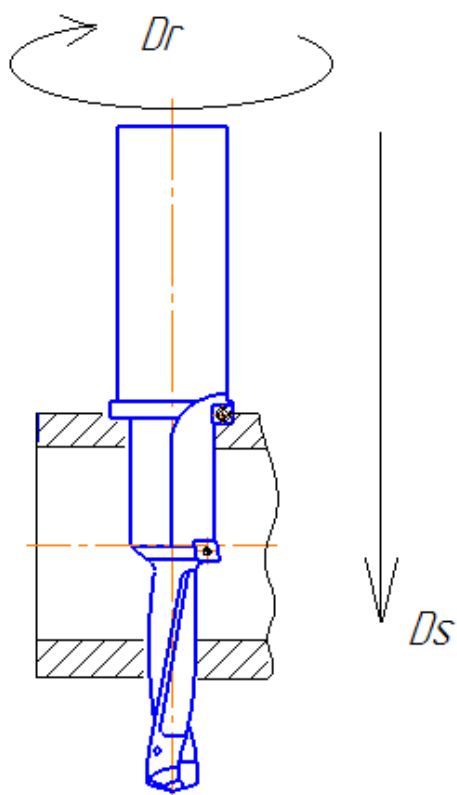


Рисунок 3.6 - Схема сверления

Выбор пластин.

Головка для сверления $\varnothing 12H11^{+0,11}$ мм выбрана из каталога Sandvik Coromaut, обозначение –870-1200-10-PM марки GC1044 сплав P40 (рисунок 3.7).

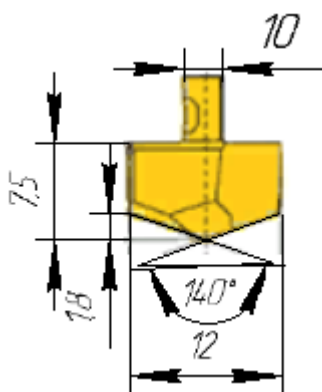


Рисунок 3.7 – Головка для сверления 870-1200-10-PM

Пластина для рассверливания отверстия $\varnothing 16H11^{+0,11}$ мм выбрана из каталога Sandvik Coromaut, обозначение – 880-0202W0,5H-P-GR марки GC4044 сплав P40 (рисунок 3.8).

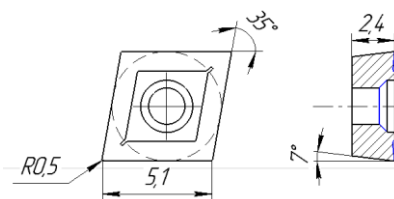


Рисунок 3.8 – Пластина для сверления 880-0202W0,5H-P-GR

Пластина для получения циковки $\varnothing 22H14^{+0,52}$ мм, выбрана из каталога Sandvik Coromaut, обозначение – 880-0403W0,5H-P-GR марки GC4024 сплав P20 (рисунок 3.9).

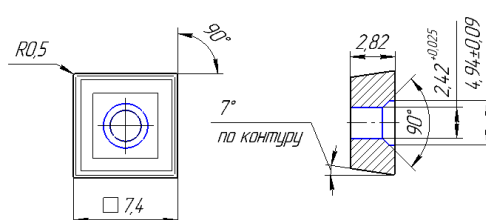


Рисунок 3.9 – Пластина для сверления – 880-0403W0,5H-P-GR

Крепление пластин.

Пластины базируются в гнезде державки, а винтовым механизмом, входящим в отверстие пластины, одновременно прижимают ее к упорной и опорной поверхностям.

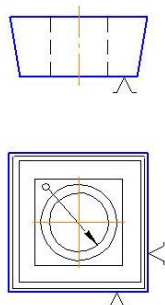


Рисунок 3.10 - Схема базирования и закрепления сменных пластин.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

В соответствии вышеприведенной схеме базирования и закрепления выбираем способ крепления пластины винтом с эксцентриком. Это наиболее широко применяемая схема, она более технологична и проста по сравнению с другими, обеспечивает точное позиционирование пластины в гнезде корпуса.

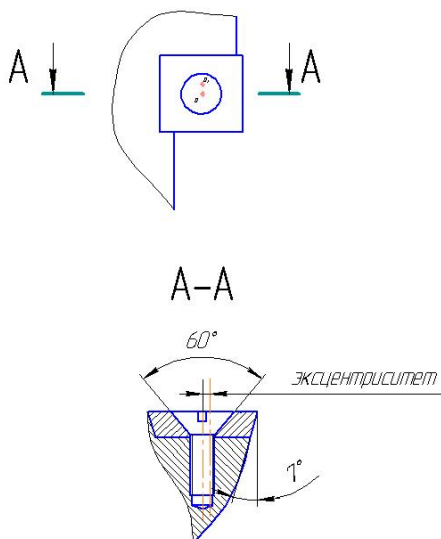


Рисунок 3.11 - Узел крепления пластины в гнезде державки

Расчет эксцентрического крепления многогранной сменной пластины.

Крепление СМП с использованием эксцентрического зажима достаточно компактно, содержит минимальное число элементов.

СМП устанавливается в корпусе инструмента при повороте винта, заканчивающегося эксцентриком, происходит поджим СМП в угол паза корпуса.

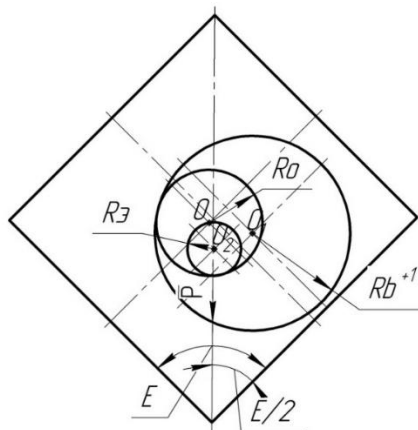


Рисунок 3.12 - Расчетная схема эксцентрического закрепления

Правильное базирование можно обеспечить если точка К контакта эксцентрического штифта и отверстие СМП, ось O2 эксцентрического штифта и ось O отверстия СМП будет находится на биссектрисе угла ε при вершине пластины. В этом случае направление силы зажима \bar{P} и перемещение пластины направлены по биссектрисе угла ε , и поджима обеспечивает базирование СМП по обеим сторонам гнезда.

Поворот эксцентрического штифта осуществляется относительно оси O1 винта. Устойчивое положение узла крепления достигается при выполнении условия самоторможения, это выполняется, если $\operatorname{tg} \alpha \leq f$ – коэффициент трения в зоне контакта К. Для обеспечения технологичности изготовления гнезда в корпусе, необходимо чтобы ось O1 винта располагалась на прямой OO1, параллельно одной из сторон паза. Для определенности проектирования примем:

$$OO_1 = r_b - r_0$$

Рассматривая ΔOO_1K запишем:

$$\frac{rb}{r_0} = 1 + \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} = 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{\operatorname{tg} \alpha}}$$

Учитывая условия самоторможения, получим соотношения между радиусом винта и радиусом отверстия в СМП

$$\frac{rb}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{f}};$$

$$\frac{rb}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos 45^\circ + \frac{\sin 45^\circ}{0,2}} = 1,1$$

$r_b \leq 2,5$ принимаем $r_b = 2$ мм.

Величину эксцентриситета O1O2 эксцентрического штифта определим ΔOO_1K

$$O_1O_2 = \sqrt{(O_1K)^2 + (O_2K)^2 - 2(O_1K)(O_2K)\cos \alpha},$$

$$\text{где } \frac{O_1K}{\sin \varepsilon/2} = \frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \varepsilon/2)]} = \frac{OK}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} \Rightarrow$$

$$O_1K = \frac{O_1K \sin \varepsilon/2}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)},$$

$$\text{тогда } OK = r_0; \quad O_1O_2 = \sqrt{r_0^2 \frac{\sin^2 \varepsilon/2}{\sin^2(\alpha + \varepsilon/2)} + r_3^2 - \frac{2r_3 r_0}{1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \varepsilon/2}}},$$

$$O_1O_2 = \sqrt{2.2^2 \frac{\sin^2 45}{\sin^2(7 + 45)} + r_3^2 - \frac{2 \times 2 \times 2.2}{1 + \frac{\operatorname{tg} 7}{\operatorname{tg} 45}}},$$

$$O_1O_2 = \sqrt{7.5 - 7.48} = 0.14 \text{ мм.}$$

Определение режимов резания и ее мощности

Рекомендуемая производителем Sandvik Coromant скорость при сверлении конструкционных сталей, стального литья $V_c = 160$ (м/мин) и скорость подачи $S = 0,24$ мм/об. при $\varnothing 12$ мм.

Рассчитаем крутящий момент $M_{кр}$, действующий на сверло при сверлении диаметра 12 мм:

$$M_{кр} = 12 \cdot C_M \cdot D^{qm} \cdot S^{ym} \cdot k_p,$$

где C_M, D^{qm}, S^{ym}, k_p – табличные коэффициенты. В нашем случае получим

$$M_{кр} = 12 \cdot 0,0345 \cdot 12^2 \cdot 0,24^{0,8} \cdot 1 = 0,06 \cdot 144 \cdot 0,32 \cdot 1 = 2,76 \text{ Нм.}$$

Рассчитаем осевую силу P_o , действующие на сверло при сверлении диаметра 12 мм:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^{qp} \cdot S^{yp} \cdot k_p, \text{ получим}$$

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 12^1 \cdot 0,24^{0,7} \cdot 1 = 98 \cdot 12 \cdot 0,37 \cdot 1 = 433 \text{ Н.}$$

Рекомендуемая производителем Sandvik Coromant скорость при сверлении конструкционных сталей, стального литья $V_c = 100$ (м/мин) и скорость подачи $S = 0,24$ мм/об. при $\varnothing 16$ мм и $\varnothing 22$ мм.

Рассчитаем крутящий момент $M_{кр}$, и осевую силу P_o , действующие на сверло при рассверливании отверстия до диаметра 16 мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^{qm} (0,5(D - d))^{xm} \cdot S^{ym} \cdot k_p,$$

						1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			76

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot k_p, \text{ получим}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 16^{0,8} (0,5 \cdot (16 - 12))^{0,8} \cdot 0,24^{0,8} \cdot 1 = \\ = 8,27 \cdot 1,5 \cdot 0,32 = 3,96 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 16^1 \cdot 0,24^{0,7} \cdot 1 = 577,4 \text{ Н.}$$

Рассчитаем крутящий момент $M_{кр}$, и осевую силу P_o , действующие на сверло при рассверливании отверстия до диаметра 22 мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^{qm} \cdot (0,5(D - d))^{xm} \cdot S^{ym} \cdot k_p,$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot k_p, \text{ получим}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 22^{0,8} (0,5 \cdot (22 - 16))^{0,8} \cdot 0,24^{0,8} \cdot 1 = \\ = 10,67 \cdot 2,4 \cdot 0,32 = 8,2 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 22^1 \cdot 0,24^{0,7} \cdot 1 = 794 \text{ Н.}$$

Мощность резания (эффективная) определяется по формуле:

$$N_{\text{Э}} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

где n – частота вращения инструмента при сверлении и рассверливании рассчитывается по формуле.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения сверла мощность резанья при сверлении $\varnothing 12$ мм:

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 12} = 2654 \text{ об/мин}$$

$$N_{\text{Эсверл.}} = \frac{2,76 \cdot 2654}{9750} = 0,75 \text{ кВт.}$$

Частота вращения сверла мощность резанья при рассверливании $\varnothing 16$ мм:

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 16} = 1990 \text{ об/мин}$$

$$N_{\text{Эрассверл.}} = \frac{5,3 \cdot 1990}{9750} = 1,08 \text{ кВт.}$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Частота вращения сверла мощность резанья при рассверливании Ø 22 мм:

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 22} = 1448 \text{ об/мин}$$

$$N_{\text{Эрассверл.}} = \frac{11 \cdot 1448}{9750} = 1,63 \text{ кВт}$$

Общая длина корпуса сверла рассчитывается по формуле

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 + l_4$$

где $l_0 = 75$ мм – длина режущей части Ø 12 мм ;

$l_1 = 35$ мм – длина режущей части Ø 16 мм;

$l_2 = 7,4$ мм – ширина пластины

$l_3 = 5$ мм - ширина бурта

$l_4 = 80$ мм – длина хвостовика.

$$L = 75 + 35 + 7,4 + 5 + 80 = 202,4 \text{ мм}$$

Диаметр отверстия для сверления Ø 12H11^{+0,11}мм.

Диаметр отверстия для рассверливания Ø 16H11^{+0,11}мм.

Диаметр переходного отверстия для рассверливания Ø 22H14^{+0,52} мм

Диаметр хвостовика Ø20h6_{-0,013} мм жесткий размер зависит от посадочного отверстия переходной оправки.

Обратная конусность сверла (уменьшение диаметра по направлению к хвостовику) на 100 мм длины рабочей части составляет 0,02 мм.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

3.3 Анализ, описание работы, выбор и обоснование конструктивных параметров контрольного приспособления.

Для контроля и определения величины отклонения от соосности отверстий $\varnothing 12H11^{+0,11}$ и $\varnothing 16H11^{+0,11}$ в «Крышке стартера» (рисунок 3.5) было разработано контрольное приспособление (рисунок 3.13)

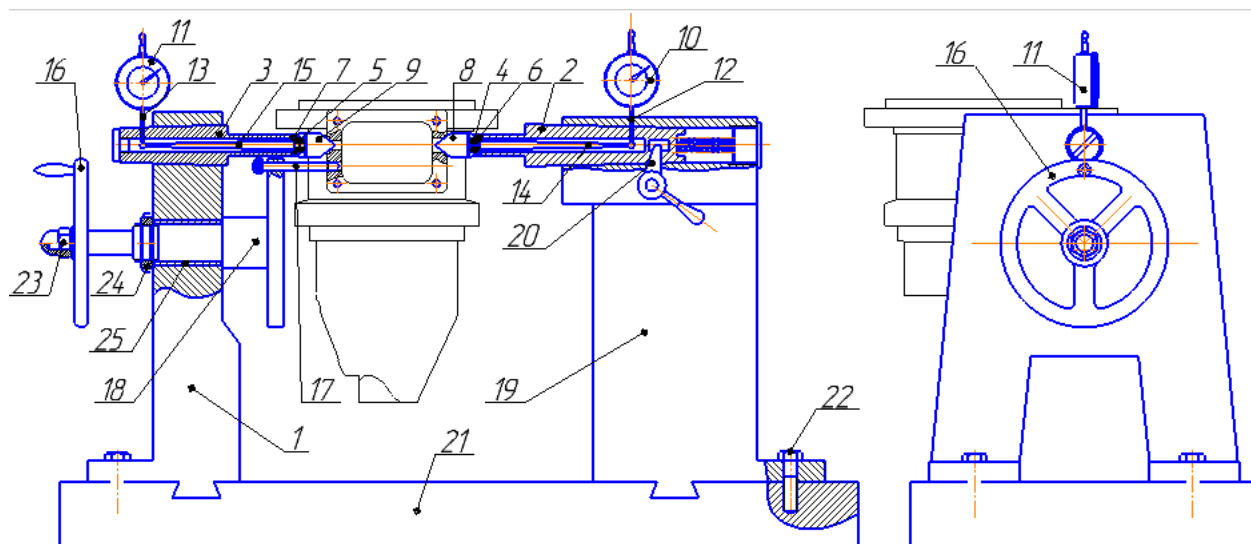


Рисунок 3.13 - Контрольное приспособление

Принцип работы приспособления.

Крышка устанавливается между измерительными наконечниками 8 и 9 расположенным на оси оправок 2, которая подпружинена в осевом направлении и установлена в стойки 19, и оправки 3, которая жестко установлена в стойке 1. При этом измерительные наконечники 8 и 9, жестко связаны со сферическими опорами 4 и 5, повернуться на некоторый угол. Это перемещение при помощи штанг 14 и 15, одним концом закрепленных с сферическими опорами 4 и 5, а другими взаимодействующих с измерительными стержнями 12 и 13, расположенными в одной плоскости, проходящей через ось оправок 2,3 и перпендикулярно ей, будет передано на индикаторы 10 и 11 закрепленные на оправках 2 и 3. Для этого вращаем деталь и определяем максимальную разность показаний индикаторов 10 и 11, по которой вычисляем величину отклонений от соосности отверстий $\varnothing 12H11^{+0,11}$ и $\varnothing 16H11^{+0,11}$, оно не должно превышать 0,15мм.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Что бы привести к действию приспособление, нужно деталь установить в измерительные наконечники 8 и 9, для этого путем нажатия на рычаг 20 оттягиваем оправку 2 и устанавливаем деталь, отпускаем рычаг 20. Деталь прижимается к измерительным наконечникам 8 и 9. Затем вставляем штифт 17, который установлен подвижно на валу 18, в отверстие на детали, рядом с контролируемым отверстием. После того как деталь установлена и закреплена, начинаем вращать при помощи маховика 16.

									Лист
									80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ				

4. ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1. Описание работы участка

Заготовки в специальной таре доставляется на участок механической обработки при помощи электрокары, и размещается на складе полуфабрикатов 2. Далее при помощи крана-балки 1, заготовки в специальной таре размещается на приемном столе 3 у токарного обрабатывающего центра. Оператор устанавливает заготовку в патрон станка. После механической обработки, оператор снимает готовую деталь со станка помещает на приёмный стол 3 и укладывает в специальную тару, после заполнения тары. Детали перемещаются кран-балкой 1 на пункт межоперационного хранения заготовок 5 возле верстака. Далее слесарь перемещает вручную на верстак, производит зачистку. После слесарной операции слесарь возвращает деталь на пункт межоперационного хранения заготовок 5. Далее детали перемещаются на моечную операцию при помощи кран-балки 1.

Пройдя мойку, готовые детали при помощи кран-балки 1 подается на приемный стол ОТК, где происходит проверка на соблюдение требований чертежа. После определения годности детали при помощи крана готовая деталь перемещается на склад готовой продукции, откуда при помощи электрокары будет доставлена на сборочный участок.

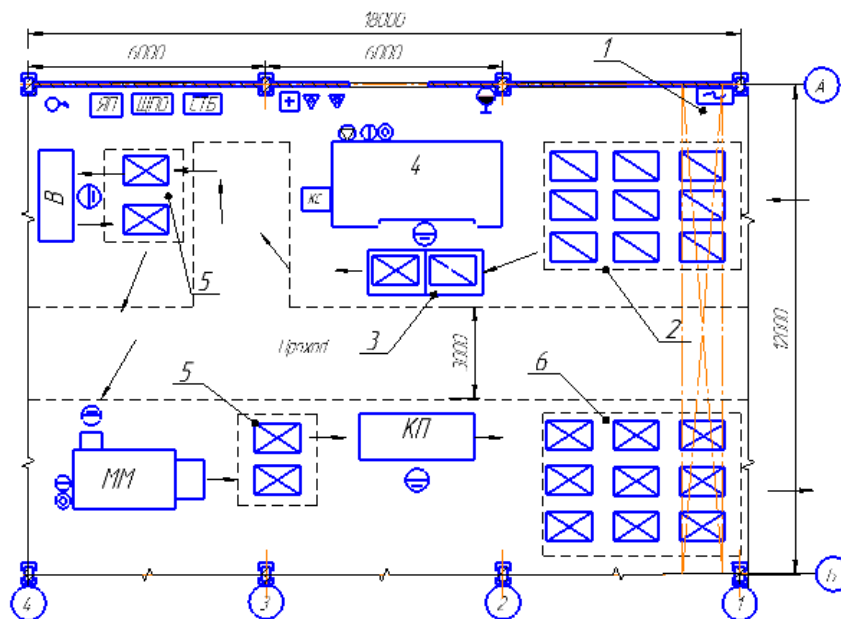


Рисунок 4.1 - Схема планировки участка

4.2 Мероприятия по охране труда

Мероприятия по электробезопасности

Для питания электрооборудования применяются трехфазные четырехпроводные цепи с глухо заземленной нейтральное напряжением 380/220В. Поэтому на участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности:

- изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения
- применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;
- зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;
- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;
- использование изолирующего трапа.
- проводятся также следующие организационные мероприятия:
 - периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;
 - обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануление, наличия трапа у станка;
 - запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;
 - привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж;
 - применение предупредительных надписей и указательных знаков.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Требования к естественному освещению

Гигиенические требования к естественному освещению соответствуют СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

При проектировании естественного освещения выполнены следующие требования: учтен ориентация здания и световых проемов по сторонам горизонта, типы световых проемов и свет пропускающих материалов

При выборе средств для защиты от слепящего действия прямого солнечного света руководствовались требованиями строительных норм и правил по проектированию жилых и общественных зданий (СНиП 31-01, СНиП 2.08.02).

Проектирование искусственного освещения на участке

При освещении производственных помещений и территорий используют искусственные источники света, это устройства, предназначенные для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение. Источник искусственного света используется совместно с осветительной арматурой, данная совокупность источника и осветительной арматуры называется светильником. Осветительная арматура служит для перераспределения светового потока в пространстве, подвода электрического питания, крепления и предохранения источника света от загрязнения и повреждения.

Чтобы определить требуемую мощность электрической осветительной установки для создания в помещении заданной освещенности необходимо производить расчеты. При проектировании различных систем искусственного освещения применяются различные методы расчетов. Наиболее распространенными, являются следующие:

- метод светового потока (коэффициента использования), применяемый для расчета общего равномерного освещения;
- точечный метод, используемый для расчета общего локализованного и комбинированного освещения;
- метод удельной мощности наиболее применим при ориентировочных расчетах.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Для расчетов будем использовать первый метод.

Исходные данные: Размеры помещения: длина $A = 18$ м, ширина $B = 12$ м, высота $H = 9,35$ м. Разряд зрительных работ IVa. Коэффициенты отражения: потолка $p_{II} = 50 \%$, стен $p_C = 30 \%$.

Решение:

1) площадь помещения:

$$S = A \cdot B$$

$$S = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2$$

2) По СНиП 23-05-95 назначается норма минимальной освещенности в помещении $E_H = 300$ лк. Величина E_H назначена из следующих соображений для выполнения работ IVa рекомендует применение системы комбинированного освещения. При этом $E_H = 200$ лк, но по примечаниям рекомендуется повысить норму E_H на одну ступень, поэтому нормируемая величина E_H принимается равной 300 лк. Следовательно, система общего освещения проектируется как составная часть системы комбинированного освещения, т.е. на рабочих местах должны быть предусмотрены светильники местного освещения, повышающие величины освещенности в зависимости от условий труда до 750 или 1000 лк.

3) Выбираем тип лампы. При высоте помещения $H = 9,35$ м наиболее целесообразной является люминесцентная лампа. С учетом рекомендаций выбирается лампа ДРИ 400-6. (Дуговая ртутная с излучающими добавками, 6-ая модификация имеет цилиндрическую колбу и может работать только в горизонтальном положении.) Ее характеристики: мощность $W = 400$ Вт, длина лампы $l = 290$ мм световой поток $\Phi = 32000$ лм.

4) Выбор типа светильника ограничивается приведенными в пособии данными по значениям коэффициента использования светового потока. Выбираем тип светильника – ГСП О5 (сокращенное обозначение - светильник с лампой типа МГЛ(Г), подвесной (С), для промышленных зданий (П), серия 05.

5) По ширине помещения $B = 12$ м принимается схема 2 размещения светильников: 3 ряда светильников. Определяются: размеры, $a = 1,5$ м, $l_1 = 4,5$ м,

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

число светильников в ряду $N_{\text{табл}} = 3$ шт. на модуль.

б) Задается высота подвеса светильников над рабочей поверхностью:

$$H_p = H - H_1 - H_2$$

где H – высота производственного помещения, $H=9,35\text{м}$; H_1 – расстояние от светильника до потолка, $H_1 = 0,7\text{м}$; H_2 – высота рабочей поверхности от пола,

$$H_2 = 0,8\text{м};$$

$$H_p = 9,35 - 0,7 - 0,8 = 7,85\text{м}$$

Определяется индекс помещения:

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

$$i = \frac{12 \cdot 18}{7,85 \cdot (12 + 18)} = 0,9$$

7) Определяется величина светового потока для одной лампы:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot n \cdot \eta},$$

где $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы, лм;

E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

Z – коэффициент минимальной освещенности, определяемый отношением $E_{\text{ср}}/E_{\text{тг}}$, значения которого для газоразрядных ламп высокого давления (МГЛ) $Z=1,15$;

K – коэффициент запаса, $K=1,5$;

N – число светильников в помещении, $N = 9$;

n – число ламп в светильнике, $n=1$;

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

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 216 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{9 \cdot 1 \cdot 45} = 27600$$

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

8) Допустимое отклонение расчетного значения светового потока от табличного установлено от - 10 до +20 %.

Для лампы ДРИ 400 – 5 $\Phi_{\text{ТАБЛ}} = 32000$ лм.

Проверяем выполнение данного условия:

$$\Delta = \frac{\Phi_{\text{ТАБЛ}} - \Phi}{\Phi_{\text{ТАБЛ}}},$$

$$\Delta = \frac{32000 - 27600}{32000} \cdot 100\% = +13,75\%$$

Эта величина меньше 20 %, условие выполняется. Корректировка проектируемой системы освещения не нужна.

Определяется величина светового потока одной лампы для скорректированной системы освещения:

Мероприятия по пожарной безопасности

Расчет первичных средств пожаротушения

На участке механической обработки металлов резанием класс пожаров:

– класс (Е) – пожары, связанные с горением электроустановок;

– класс (А) – пожары твердых веществ, в основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага).

Сами участки механической обработки относятся к помещениям категории Д, т.к. в обращении находятся негорючие вещества и материалы.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара. При их значительных размерах необходимо использовать передвижные огнетушители. Т.к. возможные очаги пожаров предполагаются небольшими, то выбираем ручные огнетушители.

Согласно нормам по оснащению помещений ручными огнетушителями (ППБ 01-93) рекомендуется на каждые 200 м² располагать по 1-му углекислотному огнетушителю вместимостью 5 л и по 1-му пенному огнетушителю емкостью 10 л.

									Лист
									86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Выбираем углекислотный огнетушитель марки ОУ-5 (емкость 5 л.). Огнетушитель наполняют сжиженным газом (не более 0,75 кг/л) до рабочего давления 60 кгс/см² и химический пенный огнетушитель ОХП-10.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 30 м

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, имеет порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заведен паспорт по установленной форме. Огнетушители всегда содержатся в исправном состоянии, периодически осматриваются, проверяются и своевременно перезаряжаются. В зимнее время (при температуре ниже 1 °С) огнетушители хранятся в отапливаемых помещениях.

Огнетушители, отправленные с предприятия на перезарядку, заменяются соответствующим количеством заряженных огнетушителей.

Для размещения первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и пожарного инвентаря в производственных и складских помещениях, не оборудованных внутренним противопожарным водопроводом и автоматическими установками пожаротушения, а также на территории предприятий (организаций), не имеющих наружного противопожарного водопровода, или при удалении зданий (сооружений), наружных технологических установок этих предприятий на расстоянии более 100 м от наружных пожарных водоемчиков должны оборудоваться пожарные щиты. Необходимое количество пожарных щитов и их тип определяются в зависимости от категории помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности, предельной защищаемой площади одним пожарным щитом и класса пожара по ИСО N 3941-77. Для участка выбираем щит ЩП-Е с предельной защищаемой площадью 200 м².

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем в составе: огнетушители пенные – 2 шт.; крюк с деревянной ручкой – 1 шт.; комплект для

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик – 1 шт.; асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) – 1 шт.; лопата совковая – 1 шт.; лом – 1 шт.; багор – 1 шт.; ведро – 2 шт.; емкость для хранения воды объемом 0,2 куб. м – 1 шт.

Огнетушители углекислотные (2 шт.), будут находиться в помещении, но разнесены в разные стороны.

Ящики с песком устанавливаются со щитами с запасом песка не менее 0,5 куб.м. на каждые 200 кв. м защищаемой площади. Асбестовые полотна, грубошерстные ткани или войлок имеют размером не менее 1 х 1 м и предназначены для тушения очагов пожара веществ и материалов на площади не более 50% от площади применяемого полотна, горение которых не может происходить без доступа воздуха. Асбестовое полотно, грубошерстные ткани или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) хранятся в водонепроницаемых закрывающихся футлярах (чехлах, упаковках), позволяющих быстро применить эти средства в случае пожара. Указанные средства не реже одного раза в 3 месяца просушиваются и очищаются от пыли.

Использование первичных средств пожаротушения, немеханизированного пожарного инструмента и инвентаря для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, запрещается.

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте выполнен анализ действующего технологического процесса детали «Крышка стартера». Во второй главе сделаны предложения по проектированию нового технологического процесса. Разработан новый маршрутный технологический процесс для серийного производства, объединяющий операции обработки –токарные, фрезерные, сверлильные, резьбонарезные операции на одном станке, с целью уменьшения технологического времени обработки.

В дипломном проекте спроектировано станочное приспособление на комплексную операцию 005, установ Б. Данное приспособление обеспечивает точность установки и базирование детали, сокращает время закрепления и т.д. Разработан чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить соосность базовых отверстий на корпусе крышке. Осуществлен подбор режущего инструмент и расчет режимов резания по каталогам фирмы ISCAR, Sandvik Coromant, Taegu Tec.

Разработана планировка участка, на котором оборудование расставлено по цепочке, учтены санитарно-гигиенические нормы, средства пожаротушения на участке.

									Лист
									89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1503.05.2018.290.00. ПЗ				

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М: Машиностроение. 1985г.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М: Машиностроение. 1985г.
3. Бойков Ф.И., Матвеев В.В., Свиридов Ю.М. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении. – Челябинск; Южно-уральское книжное издательство. 1979г.-111с.
4. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. – Минск; Высшая школа. 1983г.-256с.
5. Шамин В. Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 1999 г. -429 с.
6. Морозов И. М., Гузев В. И., Фадюшин С. А. и др. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2000 г. -76 с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990 г. – 206 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990 г. – 206 с.
9. Буторин Г. И. Проектирование машиностроительного производства – Челябинск: ЮУрГУ, 2005;
10. Каширин Н. А. Проектирование автоматических цехов и участков – Челябинск: ЧГТУ, 1994;

					1503.05.2018.290.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

11. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1964 г. – 652 с.
12. Ю.И. Мясников. Проектирование технологической оснастки. В 2-х т. Т. 1. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ. 1996г.
13. Ю.И. Мясников. Проектирование технологической оснастки. В 2-х т. Т. 2. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ. 1996г.
14. Баранчиков В. И. Справочник конструктора – инструментальщика – М.: Машиностроение, 1994г.
15. Иноземцев Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1984 г. – 272 с.
16. В.И. Анурьев. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 1. – М: Машиностроение. 1978г.
17. В.И. Анурьев. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. – М: Машиностроение. 1978г.
18. В.И. Анурьев. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. – М: Машиностроение. 1978г.
19. Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению. Составители: Н. В. Сырейщиков, В. И. Гузеев, И. В. Сурков, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005 г. – 49 с.