Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Технология машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
Гузеев В.И.
16.06 2016 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Крышка»
с разработкой конструкторско – технологического оснащения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–ЗФ.1519.2016.051.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы
В.В. Батуев
14.06 2016 г.

Автор работы
студент группы
Фатыхова Р.Р.
14.06. 2016 г.

Нормоконтролер
Волков Д.А.
15.06. 2016 г.

Челябинск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(национальный исследовательский университет)
Кафедра технологии машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ / В.И. Гузеев
«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Фатыховой Регины Равильевны

Группа ЗФ – 518

1. Тема работы: Проектирование участка механической обработки детали «Крышка» с разработкой конструкторско-технологического оснащения утверждена приказом по университету от «15» 04 2016 г. № 617

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 02.06.2016 г.

3 Исходные данные к работе:

3.1. Чертеж детали №18302 – 400

3.2. Годовая программа 400 шт.

3.3. Режим работы – односменный.

3.4. Материалы производственной практики, курсовых проектов и работ.

3.5. Техническая литература.

4 Содержание расчетно-пояснительной записки:

Аннотация
Содержание
Введение

- описание и анализ современных действующих производств, как отечественных и зарубежных;
- постановка цели и задач работы.

1. Общая часть
   1.1. Назначение и описание узла, работы детали в узле
   1.2. Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней
2. Технологическая часть
   2.1. Анализ технологичности детали
   2.2. Анализ действующего технологического процесса
      2.2.1. Анализ документации действующего техпроцесса
      2.2.2. Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки
      2.2.3. Размерный анализ действующего техпроцесса
      2.2.4. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса
   2.3. Разработка проектного технологического процесса
   2.3.1. Разработка маршрута проектного техпроцесса
      2.3.2. Выбор оборудования для реализации техпроцесса
      2.3.3.Выбор исходной заготовки
      2.3.4. План операций и переходов проектного техпроцесса
      2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса
      2.3.6. Расчет режимов резания
      2.3.7. Расчет потребного количества оборудования
   2.4. Описание планировки участка

3. Конструкторская часть
   3.1. Проектирование станочного приспособления
   3.2. Проектирование режущего инструмента
   3.3. Описание работы контрольного приспособления

Заключение
Список литературы
Приложение (технологический процесс)

5. Перечень графического материала

1.	Деталь	1 л
2.	Заготовка	1 л
3.	Сравнение техпроцессов	2 л
4.	РТК	2 л
5.	Станочное приспособление	1 л
6.	Контрольное приспособление	1 л
7.	Режущий инструмент	1 л
8.	Планировка участка	1 л

Всего: 10 листов ф. А1

6. Альбом технологической документации:

Технологический процесс.

7. Дата выдачи задания «___» _____ 2016 г.

Руководитель работы _____ / В.В. Батуев/

Задание принял к исполнению _____ / Р.Р. Фатыхова/

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка руководителя о выполнении
1.	Пояснительная записка		
1.1.	Общая часть	14.03.2016	
1.2.	Технологическая часть	14.03.2016	
1.3.	Конструкторская часть	04.04.2016	
1.4.	Оформление материалов ПЗ	02.05.2016	
2.	Графическая часть	18.04.2016	
3.	Оформление техпроцесса	04.04.2016	
4.	Окончательное оформление работы	02.06.2016	
5.	Рецензирование работы	02.06.2016	
6.	Сдача проекта на защиту	08.06.2016	

Заведующий кафедрой _____/ В.И. Гузеев/

Руководитель работы _____/ В.В. Батуев/

Студент _____/ Р.Р. Фатыхова /

АННОТАЦИЯ

Фатыхова Р.Р. Проектирование участка механической обработки детали «Крышка» с разработкой конструкторско – технологического оснащения. – Челябинск: ЮУрГУ, ЗФ; 2016, 65 с. 29 ил., библиография литературы – 10 наименований, 9 листов чертежей ф. А1, 17 листов карт технологического процесса.

В пояснительной записке данной работы проведен анализ действующего технологического процесса изготовления детали «Крышка», выполнен размерный анализ действующего и проектного технологического процесса. Предложен проектный вариант технологического процесса, проведен расчет режимов резания и норм времени. Спроектировано станочное и контрольное приспособление. Произведен расчет режущего инструмента: расточной оправки и комбинированного инструмента. Разработана схема планировки участка.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЗФ.151900.2016.051.00.00 ПЗ ВКР		
Разраб.		Фатыхова Р.Р		14.06.16	Проектирование участка механической обработки детали «Крышка» с разработкой конструкторско – технологического оснащения	Лит.	Лист 3 / Листов 65
Провер.		Батуев В.В.		14.06.16			
Реценз.						ЮУрГУ кафедра ТМ	
Н. Контр.		Волков Ф.А		15.06.16			
Утверд.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле……..

1.2 Служебное назначение детали и технические требования предъявляемые к ней……

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали…….

2.2 Анализ действующего технологического процесса……....

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса……....

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки……..…

2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса…….….

2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса……....

2.3 Разработка проектного технологического процесса……...

2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса……..…

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса……....

2.3.3 Выбор исходной заготовки……...

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса……..

2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса…….……..

2.3.6 Расчет режимов резания……..……

2.3.7 Расчет потребного количества оборудования……...…..

2.4 Описание планировки участка……..….

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления……..…

3.2 Проектирование режущего инструмента……..…

3.3 Описание работы контрольного приспособления……..……

Заключение ……..

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Введение

Машиностроение — важнейшая отрасль промышленности. Его продукция — машины различного назначения. В современных условиях производства, чтобы эффективно конкурировать в этих жестких условиях, необходимо на каждую единицу трудовых и материальных вложений добиться существенной отдачи, постоянно повышая качество продукции. Этого можно добиться за счет: усовершенствования технологических процессов, автоматизации производства, внедрения технологической оснастки и режущего инструмента.

Нынешнее состояние отечественного машиностроения не отвечает уровню и требованиям промышленной политики, нацеленной на технологическую модернизацию и конкурентоспособность экономики. В отличие от добывающих и сырьевых отраслей, во время обвала внутреннего спроса отечественные машиностроители в большинстве своем не имели возможности быстро переориентироваться на внешний рынок, чтобы избежать сокращения производства. Помимо причин системного порядка сказываются также: низкий спрос внешнего рынка на машины и оборудование российского производства; отсутствие опыта, сертификации предприятий по международным стандартам, торговых марок и ресурсов для продвижения своей продукции на зарубежные рынки; недостаточная конкурентоспособность продукции для прорыва на рынки механообрабатывающего оборудования и инструмента, характеризующиеся высоким уровнем конкуренции. Машиностроение отличается от других отраслей промышленности целым рядом особенностей, которые влияют на его географию. Важнейшим является наличие общественной потребности в продукции, квалифицированных трудовых ресурсов, собственного производства или возможности поставки конструкционных материалов и электроэнергии. Стратегия развития данной отрасли на среднесрочную перспективу предусматривает внедрение новейших зарубежных технологий с возможностью импорта оборудования, постепенное накопление опыта его производства на собственных мощностях, а затем развитие отечественных приоритетных технологий.

В условиях спада производства в отраслях машиностроения целесообразно ограничить закупки за рубежом техники, аналоги которой выпускаются или могут выпускаться в России. Это позволит повысить загрузку производственных мощностей и может, в связи с поставкой ряда видов комплектующих деталей и оборудования, восстановить разорванные производственно-кооперационные связи со странами ближнего зарубежья и бывшими странами СЭВ. Вместе с тем необходима государственная поддержка тех под отраслей машиностроительного комплекса (прежде всего оборонных), чьи производственные мощности позволяют провести техническое перевооружение производственного аппарата страны.

Задачей дипломного проекта является на основе существующего технологического процесса спроектировать усовершенствованный вариант с применением современного оборудования, технологической оснасткой и режущим инструментом.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле

Задвижки шиберные «Рисунок 1» с пневматическим приводом применяются в качестве отсечной запорной арматуры в технологических трубопроводах с агрессивными и нейтральными жидкотекучими нецементирующимися и газообразными средами. Они применяются в химической, гидрометаллургической, горнорудной, угольной, микробиологической, нефтяной, керамической, анилинокрасочной отраслях промышленности. Основные преимущества задвижек шиберных: прямоточность, возможность подачи рабочей среды в любом направлении, относительно небольшая строительная длина, оптимально низкий коэффициент гидравлического сопротивления, возможность применения в широком диапазоне рабочих сред, температур и различных условий эксплуатации, удовлетворительная герметичность запорного органа.

Преобразуя параметры мощностного потока по скорости и моменту электроприводы, с одной стороны, заданную скорость поступательного движения рабочих органов через параметры резьбовой гайки, размещенной в цилиндрическом узле задвижки, а с другой стороны, – время перестановки запорного органа (клина или шибера) из положения "открыто" в положение "закрыто". Ход шпинделя зависит от диаметра транспортной трубы и конструкции уплотнения в задвижке. Базовая конструкция клиновой задвижки с присоединительным фланцем под электропривод представлена на рисунке 1.

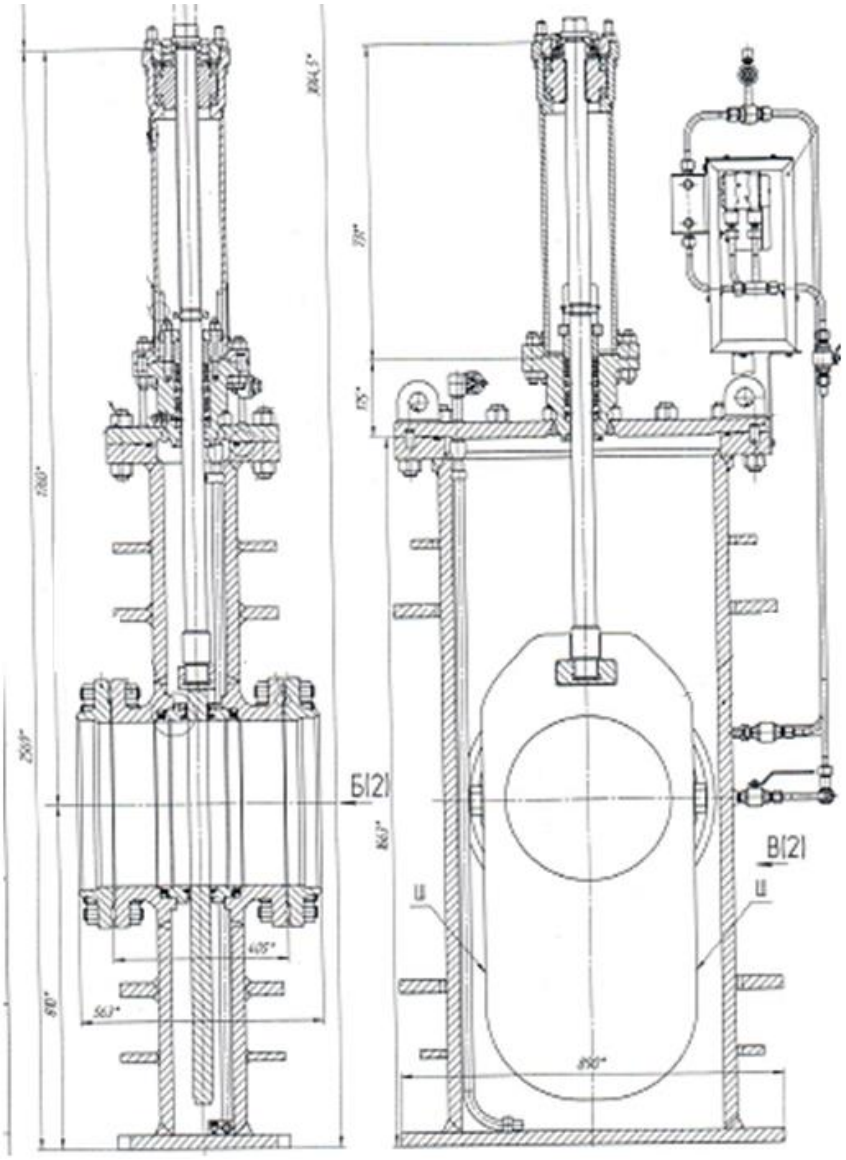


Рисунок 1 – сборочный чертёж

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Деталь «Крышка» является корпусной деталью. Основное разъёмное соединение (крышка – корпус) должно обеспечивать герметичность относительно внешней среды.

Предусмотренные в крышке дренажный и воздушный трубопроводы предназначены для контроля протечек задвижки при периодичных испытаниях и при регламентном обслуживании. «Крышка» относится к трубопроводной арматуре, служит для крепления ее к корпусу с одной

стороны, а так же электропривода к ней с другой.

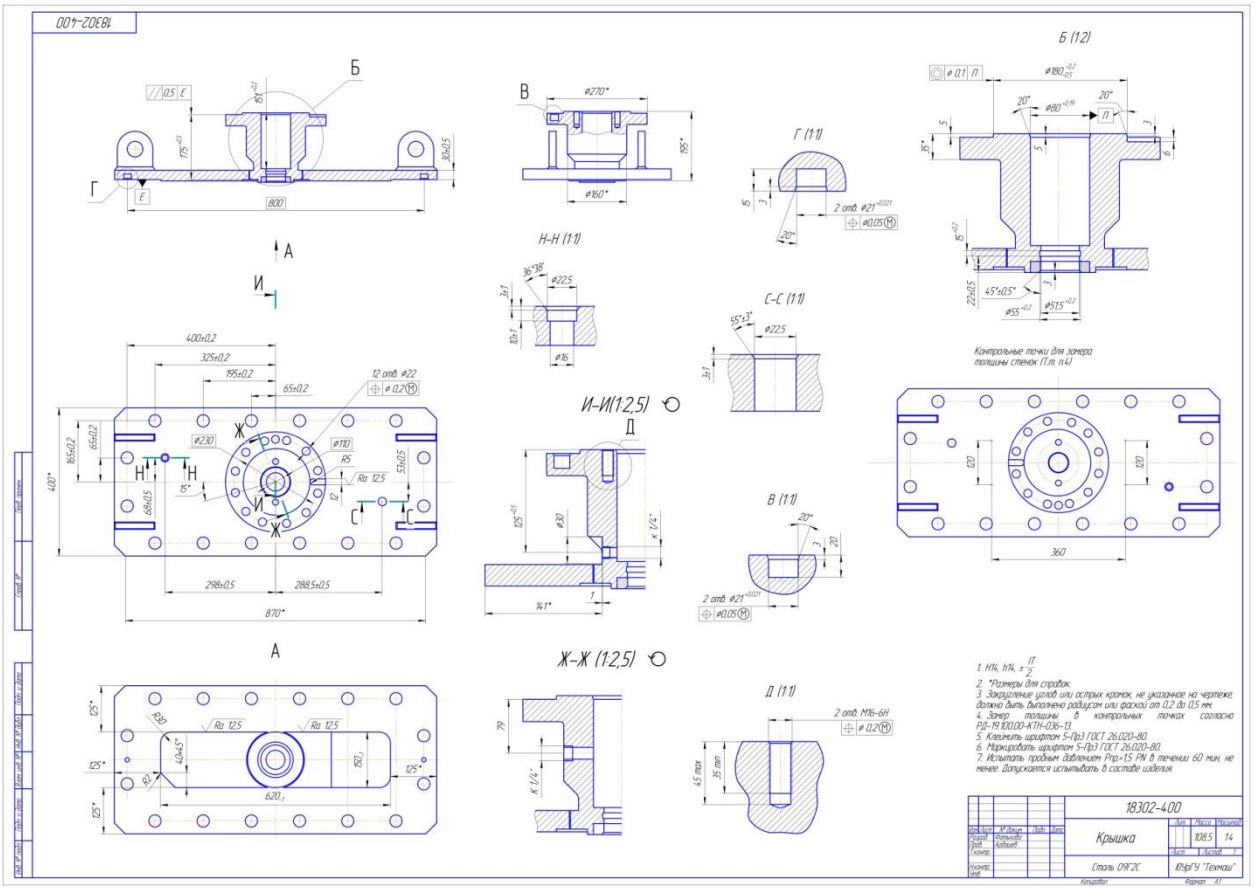


Рисунок 2 – Чертеж детали «Крышка»

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Отработка изделия на технологичность обусловлена взаимосвязью между конструкцией изделия и технологией его производства. При анализе технологичности детали устанавливают, насколько конструкция детали соответствует требованиям минимальной трудоёмкости, материалоёмкости и экономичности изготовления.

По качественным показателям деталь должна удовлетворять следующим требованиям:

– унифицированность элементов детали (резьбы, канавки, диаметры, и т.д.);

– возможность совмещения конструкторских и технологических баз;

– доступность поверхностей детали для обработки;

– простота формы детали;

– наличие труднообрабатываемых поверхностей детали (глубокие отверстия, глухие отверстия и др.);

– обеспечение конструкцией детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента;

– возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном технологическом оборудовании;

– возможность обработки детали универсальным режущим инструментом.

По представленным критериям произведем отработку конструкции детали «Крышка» на технологичность, результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Отработка конструкции детали на технологичность

№ п.п.	Критерии оценки	Сравнительная характеристика	Оценка
1	Унифицированность элементов форм детали	Все элементы детали унифицированы	Технологич-но

Окончание таблицы 1

2	Простота формы детали	Деталь имеет простую фор – му . Отсутствуют наклонные и фасонные поверхности	Технологично
3	Доступность поверхностей детали для обработки	Не все поверхности легкодоступны для обработки	Нетехнологично
4	Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Возможно совмещать конструкторские и технологические базы	Технологично
5	Наличие труднообрабатываемых поверхностей детали	Все поверхности детали возможно обработать без применения специального режущего инструмента и станочных приспособлений	Технологично
6	Подвод и отвод режущего инструмента;	Конструкция детали позволяет обеспечить, нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Технологично
7	Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании	Возможно достичь минимальную шероховатость поверхности детали, не применяя специального оборудования	Технологично
8	Обрабатываемость основного материала	Материал детали хорошо обрабатывается резанием	Технологична
9	Наибольший коэффициент использования материала	$К_{ИМ} = m_д/m_{заг}$ =108,5/130=0,83 кг	Технологична

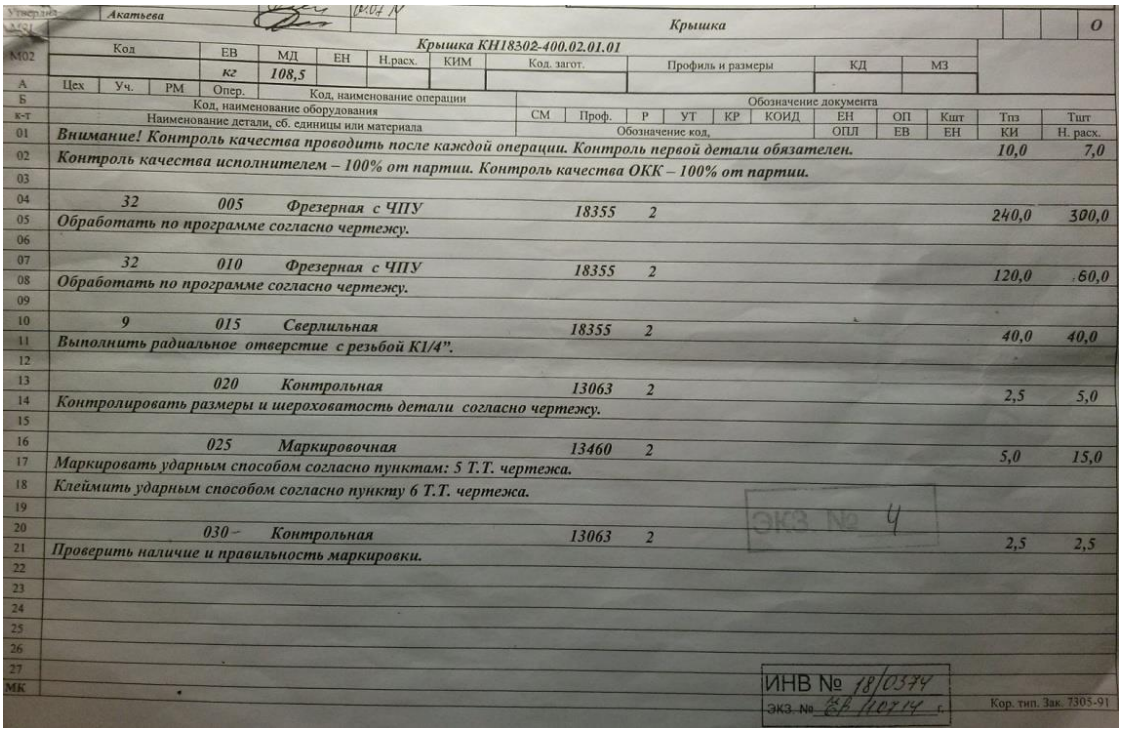
Вывод: анализ конструкции детали на технологичность показал, что конструкция детали «Крышка» является нетехнологичной.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

Конструкторская и технологическая документация была выдана частично.

В маршрутной карте содержится последовательность операций с указанием номера операции и номера участка. В строке М01 содержится наименование изделия, в строке М02 содержится код единицы массы детали с указанием её массы. Также указано штучное и подготовительно – заключительное время.



Акатьева — Крышка — О

Крышка КН18302-400.02.01.01

	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
М02		кг	108,5							

	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б					Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
к-т					Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение код,						ОПЛ	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
01	Внимание! Контроль качества проводить после каждой операции. Контроль первой детали обязателен.														10,0	7,0
02	Контроль качества исполнителем – 100% от партии. Контроль качества ОКК – 100% от партии.															
03																
04	32			005	Фрезерная с ЧПУ	18355		2							240,0	300,0
05	Обработать по программе согласно чертежу.															
06																
07	32			010	Фрезерная с ЧПУ	18355		2							120,0	60,0
08	Обработать по программе согласно чертежу.															
09																
10	9			015	Сверлильная	18355		2							40,0	40,0
11	Выполнить радиальное отверстие с резьбой К1/4".															
12																
13				020	Контрольная	13063		2							2,5	5,0
14	Контролировать размеры и шероховатость детали согласно чертежу.															
15																
16				025	Маркировочная	13460		2							5,0	15,0
17	Маркировать ударным способом согласно пунктам: 5 Т.Т. чертежа.															
18	Клеймить ударным способом согласно пункту 6 Т.Т. чертежа.															
19																
20				030	Контрольная	13063		2							2,5	2,5
21	Проверить наличие и правильность маркировки.															
22																
23																
24																
25																
26																
27																
МК																

ЭКЗ № 4

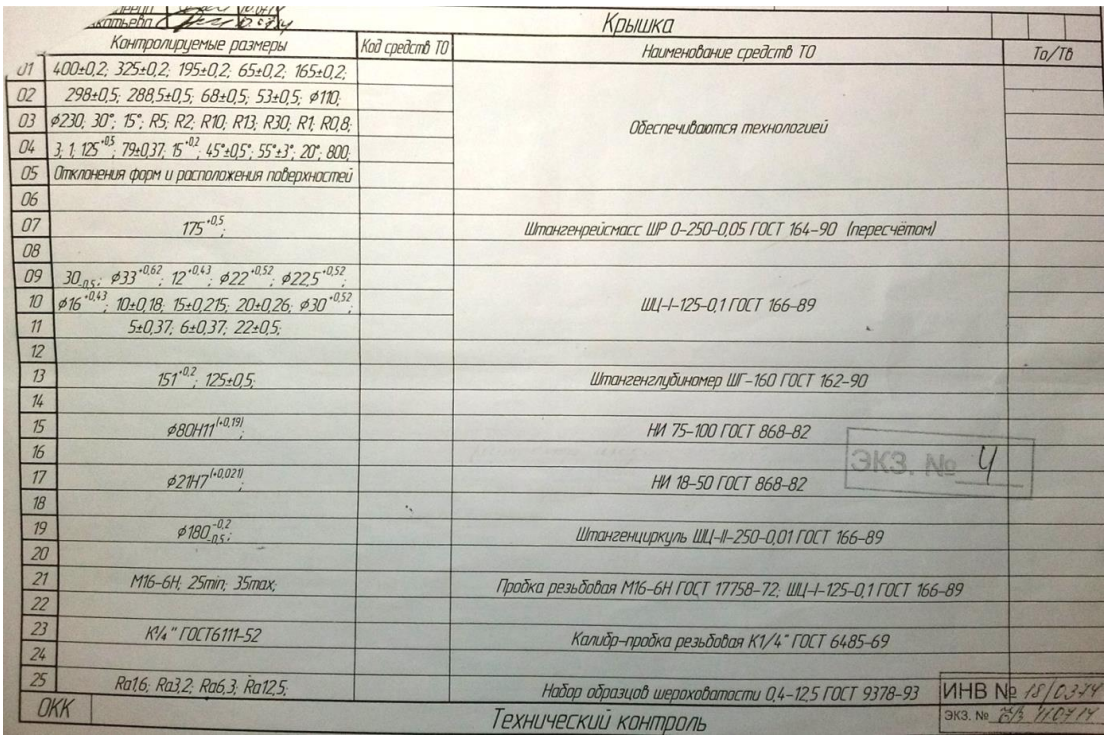
ИНВ № 18/0374

ЭКЗ. № ЕВ 110714 с.

Кор. тип. Зак. 7305-91

Рисунок 3 – маршрутная карта детали «Крышка»

В карте технического контроля перечислены контролируемые размеры и наименование измерительных инструментов. Эскизы карты контроля отсутствуют.



Крышка

	Контролируемые размеры	Код средств ТО	Наименование средств ТО	То/ТВ
01	400±0,2; 325±0,2; 195±0,2; 65±0,2; 165±0,2;		Обеспечиваются технологией	
02	298±0,5; 288,5±0,5; 68±0,5; 53±0,5; ⌀110;			
03	⌀230; 30°; 15°; R5; R2; R10; R13; R30; R1; R0,8;			
04	3; 1; 125$^{+0,5}$; 79±0,37; 15$^{+0,2}$; 45°±0,5°; 55°±3°; 20°; 800;			
05	Отклонения форм и расположения поверхностей			
06				
07	175$^{+0,5}$;		Штангенрейсмас ШР 0-250-0,05 ГОСТ 164-90 (пересчётом)	
08				
09	30$_{n,s}$; ⌀33$^{+0,62}$; 12$^{+0,43}$; ⌀22$^{+0,52}$; ⌀22,5$^{+0,52}$;		ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89	
10	⌀16$^{+0,43}$; 10±0,18; 15±0,215; 20±0,26; ⌀30$^{+0,52}$;			
11	5±0,37; 6±0,37; 22±0,5;			
12				
13	151$^{+0,2}$; 125±0,5;		Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-90	
14				
15	⌀80H11$^{(+0,19)}$;		НИ 75-100 ГОСТ 868-82	
16				
17	⌀21H7$^{(+0,021)}$;		НИ 18-50 ГОСТ 868-82	
18				
19	⌀180$^{-0,2}_{n,s}$;		Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,01 ГОСТ 166-89	
20				
21	M16-6H; 25min; 35max;		Пробка резьбовая М16-6Н ГОСТ 17758-72; ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89	
22				
23	K1/4" ГОСТ6111-52		Калибр-пробка резьбовая К1/4" ГОСТ 6485-69	
24				
25	Ra16; Ra3,2; Ra6,3; Ra12,5;		Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ГОСТ 9378-93	

ОКК — Технический контроль

ЭКЗ. № Ч

ИНВ № 18/0374

ЭКЗ. № 25/2 1/07.17

Рисунок 4 – Карта технического контроля

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Оборудование в технологическом процессе не предоставлено.

В действующем технологическом процессе применяются шестнадцать режущих инструментов: фрезы, сверла, метчики, расточная оправка. Применяются современные фрезы и свёрла с твердосплавными сменными многогранными пластинами.

В данном технологическом процессе применяются основные элементы технологической оснастки, такие как: установочные и зажимные.

2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса

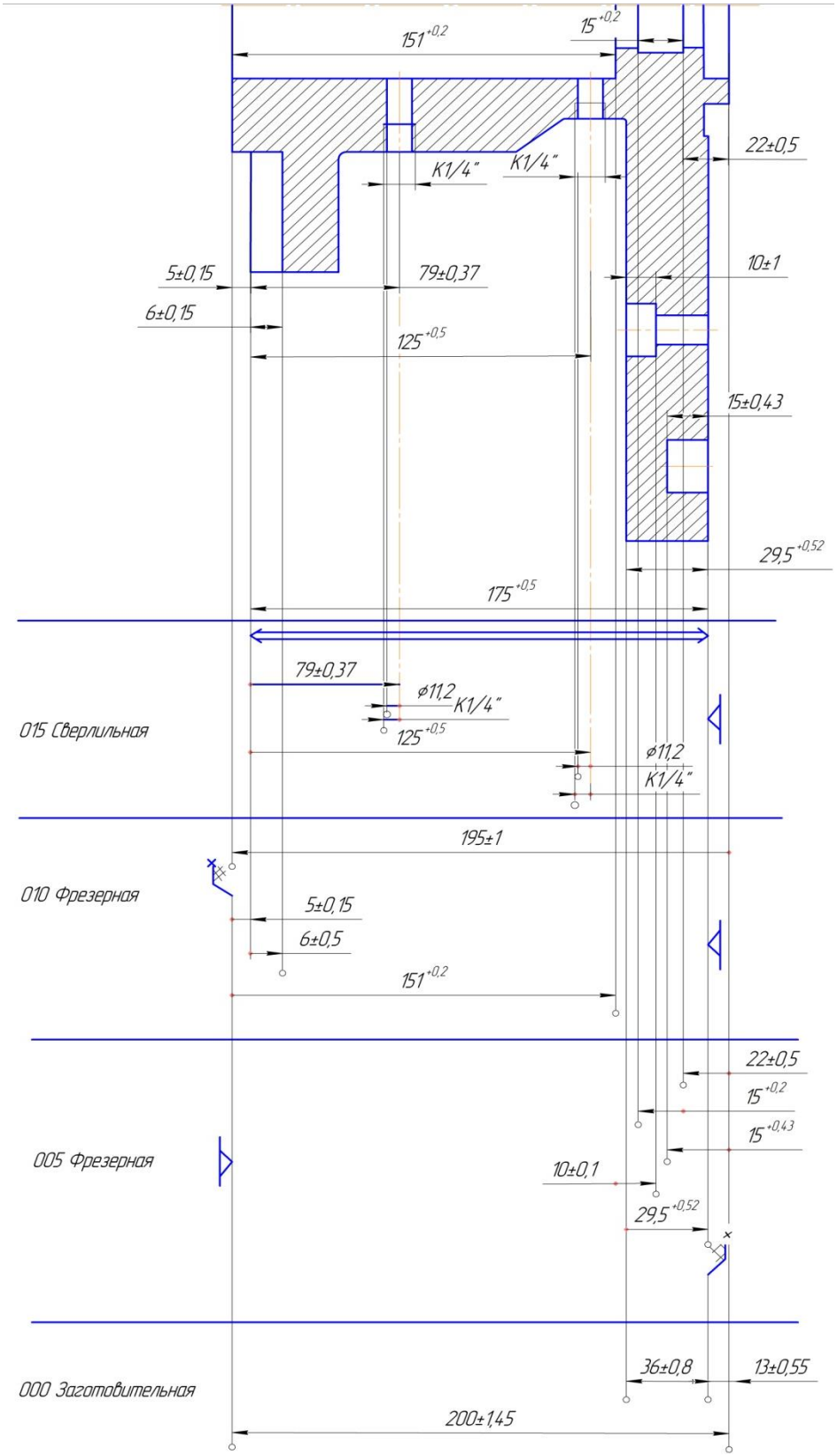


Рисунок 5 – Размерная схема линейных размеров действующего технологического процесса

Уравнения замыкающих чертежных размеров и припусков:

$$\Delta_{н\Delta}^{в\Delta} = \sum ув - \sum ум$$

$\Delta_{н\Delta}^{в\Delta}$ = (29,5$^{+0,52}$ + 200±1,45) – (36±0,8+5±0,15) = 229,5- 41=188,5$^{2,92}_{-2,1}$ мм;

Т = 2,92+2,1=5,02 мм

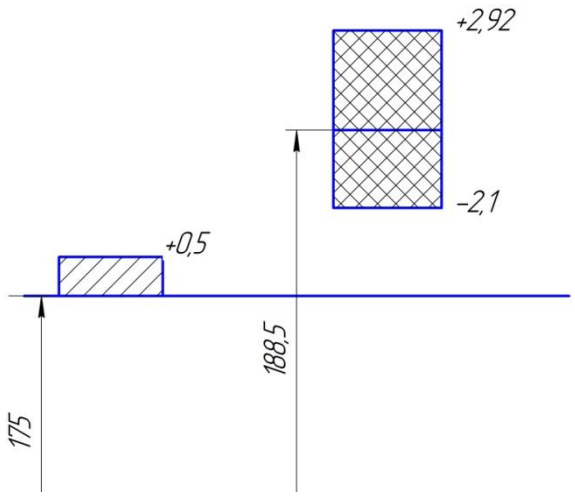


Рисунок 6 – припуск на механическую обработку

Анализ припусков:

1) $z_1^{ф}$ = 200±1,45-195±1,1 = 5$^{2,55}_{-2,55}$ мм;

$z_{1min}^{ф}$ = 5 - 2,55 = 3,55 мм; $z_{1max}^{ф}$= 5+2,55 = 7,55 мм

$$z_{1min}^{T} = Rz_{i-1} + Df_{i-1},$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

Rz_{i-1} = 25 мкм;

Df_{i-1} – дефектный слой с предшествующего перехода, Df_{i-1}= 50 мкм.

$$z_{1min}^{T} = 0,25+0,50 = 0,75 \text{ мм.}$$

2) $z_2^{ф}$= 36±0,8- 29,5$^{+0,52}$ = 6,5$^{+0,8}_{-1,32}$ мм;

$z_{2min}^{ф}$= 6,5-1,32=5,18; $z_{2max}^{ф}$= 6,5+0,8 мм;

$z_{2min}^{T} = Rz_{i-1} + Df_{i-1}$= 0,063+0,30 = 0,363 мм.

Вывод из анализа: замыкающие звенья присутствуют, брака нет, припуск на заготовку существенно завышен на 13,5 мм.

2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

Рассмотрев анализ детали «Крышки» следует выделить отсутствие полноценного технологического процесса, в котором не предусмотрены: карты операционных эскизов, эскизы карт технического контроля. Следовательно, для полного представления обработки детали, необходимо доработать технологический процесс.

Также следует отметить, что применяемая оснастка для установки заготовки на станок довольно простая, требуемая больше времени на установку и придания заготовке требуемого положения, обладая при этом ненадёжной жесткостью.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса

Таблица 2

№ операции	Применяемое оборудование	Метод обработки, инструмент.
000 Заготовительная	Заготовка сварная	
005 Комплексная на ЧПУ	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр DMG DC 100V	5 позиций: - 3 фрезерные; - 2 сверлильные.
010 Комплексная на ЧПУ	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр DMG DC 100V	8 позиций: - 4 сверлильный; - 2 фрезерные; - 1 нарезание резьбы; - 1 расточная.

015 Комплексная на ЧПУ	Горизонтально-обрабатывающий центр “TREVISAN” DS300/70C	2 позиции: -сверление отверстий; - нарезание резьбы.
020 Маркировочная	Маркировочная машина	
025 Контрольная	Стол контрольный	Штангенциркуль, нутромер, калибр пробки, штангенрейсмас, контрольное приспособление

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

На комплексных операциях 005 и 010 используется вертикально-фрезерный обрабатывающий центр DMG DC 100V, приведенный на рисунке 4. Технические характеристики на станок приведены в таблице 3

Таблица 3 – Технические характеристики

Система управления	Dialog 112
Перемещение по осям X/Y/Z	1000/800/500
Автоматически сменных инструментов	30 шт.
Корпус шпинделя	SK40
Скорость рабочей подачи X/Y/Z	10м/мин.
Ускоренный ход X/Y/Z	30 м/мин.
Обороты шпинделя	1500 об/мин.
Мощность шпинделя	20 кВт
Суммарная мощность шпинделя	40 кВт
Вес станка	9 т.

Рисунок 7 – Вертикально – обрабатывающий центр DMG DC 100V

На сверлильной операции 015 используется горизонтально – обрабатывающий центр “TREVISAN” DS300/70C, приведенный на рисунке 5.

Рисунок 8 – Горизонтально – обрабатывающий центр “TREVISAN” DS300/70C.

Отличительной особенностью токарно-фрезерных обрабатывающих центров фирмы TREVISAN является наличие уже в базе станка сразу двух шпинделей:

1) фрезерного, выполняющего стандартные функции фрезерования, сверления, нарезания резьбы

2) токарного, со встроенным план – суппортом, обеспечивающим полноценную токарную обработку детали, такую как наружное точение,

растачивание, подрезка торцов, прорезка канавок. Технические характеристики станка приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики

Перемещение по оси X	700 мм
Перемещение по оси Y	565 мм
Перемещение по оси Z	600 мм
План-суппорт	Ø 300 мм - Перемещение 70 мм
Размер палеты	600 мм x 600 мм
Размер стола	Ø 530 мм
Магазин инструмента	46 позиций
Максимальный диаметр точения	350 мм
Максимальное вращение шпинделя	2500 об/мин

В данных станках обеспечивается автоматическая загрузка инструмента из инструментального магазина как во фрезерный шпиндель, так и в токарный план –суппорт.

В автоматическом режиме загружаются во фрезерный шпиндель из магазина инструментов и угловые фрезерные головки для выполнения обработки в перпендикулярной плоскости. Если угловые головки по весогабаритным параметрам не подходят для установки в инструментальном магазине, их загрузка осуществляется в автоматическом режиме с паллеты стола (необходима ручная фиксация зажима).

В инструментальном магазине возможна установка дополнительных план суппортов для загрузки во фрезерный шпиндель. В зависимости от модели оборудования применяются план – суппорта D 135мм с

программируемым перемещением по оси U=30мм и Ø200 с U=50мм. Станки комплектуются системой лазерной настройки инструмента и датчиками контроля заготовки

Вывод: выбранные станки применяется в соответствии с техническими характеристиками.

2.3.3 Выбор исходной заготовки

Рассматриваемая заготовка «Крышки» представляет собой сварную конструкцию состоящую из фланца крышки и втулки крышки. Исходя из технических требований, приведенных рисунке 6, на изготовление детали «Крышка», условий работы детали в узле и физико – механических свойств материала детали наиболее рациональным методом получения исходной заготовки являются листовой прокат для фланца крышки и круглый прокат для втулки крышки. Данные методы получения заготовок наиболее подходят для обработки заготовок, так как они дадут достаточно необходимую точность диаметральных и линейных размеров, взаимного расположения и шероховатости поверхностей, также позволят сократить припуск, а, следовательно, и время на механическую обработку.

Материалом заготовки для детали «Крышка» является сталь 09Г2С. По своим характеристикам конструкционная низколегированная сталь для сварных конструкций марки 09Г2С является свариваемой без ограничений, а это значит, что сварка стали 09Г2С выполняется без подогрева, последующей термообработки не требуется. Обеспечение нужной шероховатости возможно стандартными методами обработки, оснастка универсальная и специализированная. Обрабатываемость резанием в нормализованном, отпущенном состоянии при $\sigma_{в}$=520МПа, $К_{U\text{тв.спл.}}$=1,6, $К_{U\text{тв.спл.}}$=1,0. Обработка детали не требует многокоординатного оборудования.

Химический состав на материал заготовки приведен в таблице 5.

Химический состав в % стали 09Г2С ГОСТ 19281 – 89

Таблица 5

C	Si	Mn	Mn	S	P	Cr	N	Cu	As
До 0,12	0,5 – 0,8	1,3 – 1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,8

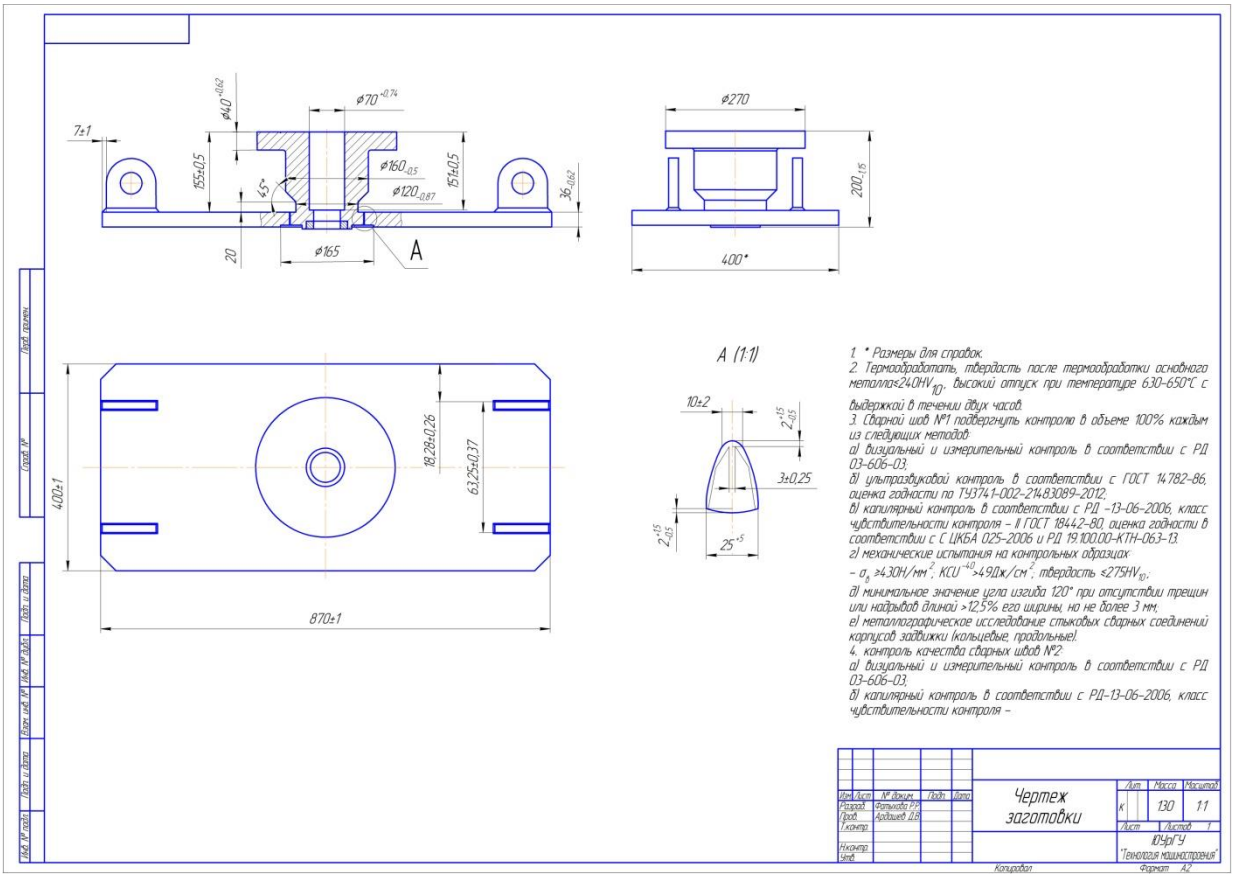


Рисунок 9 – Чертеж заготовки

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

Ниже на рисунках 7, 8, 9 и 10 представлены операционные эскизы проектного технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Таблица 6 – Технологический процесс обработки детали

№ операции, наименование	Оборудование
000 Заготовительная	
005 Комплексная на ОЦ	Вертикально – обрабатывающий центр DMG DC 100V
010 Комплексная на ОЦ	Вертикально – обрабатывающий центр DMG DC 100V
015 Сверлильная на ОЦ	Горизонтально – обрабатывающий центр “TREVISAN” DS300/70C.
020 Контрольная	Контрольный стол

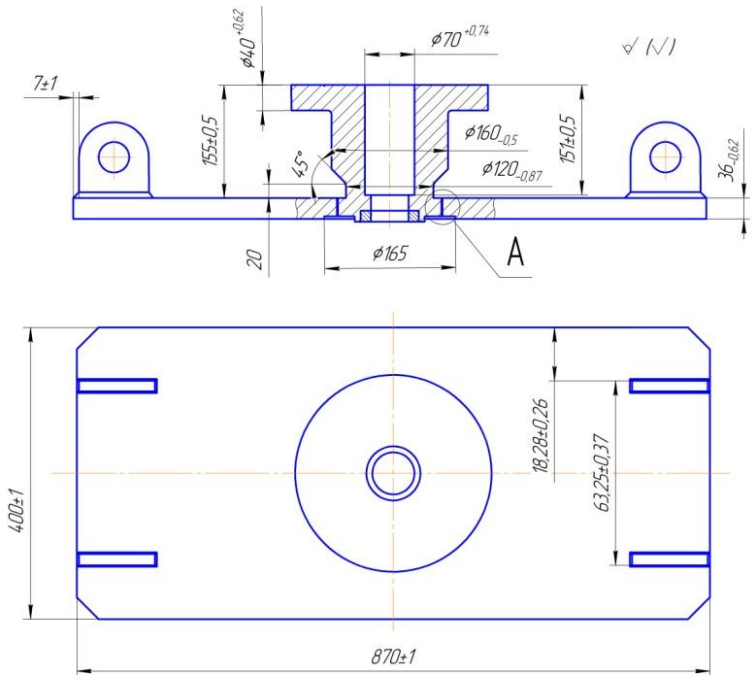


Рисунок 10 – Эскиз операции 000 – Заготоваительная

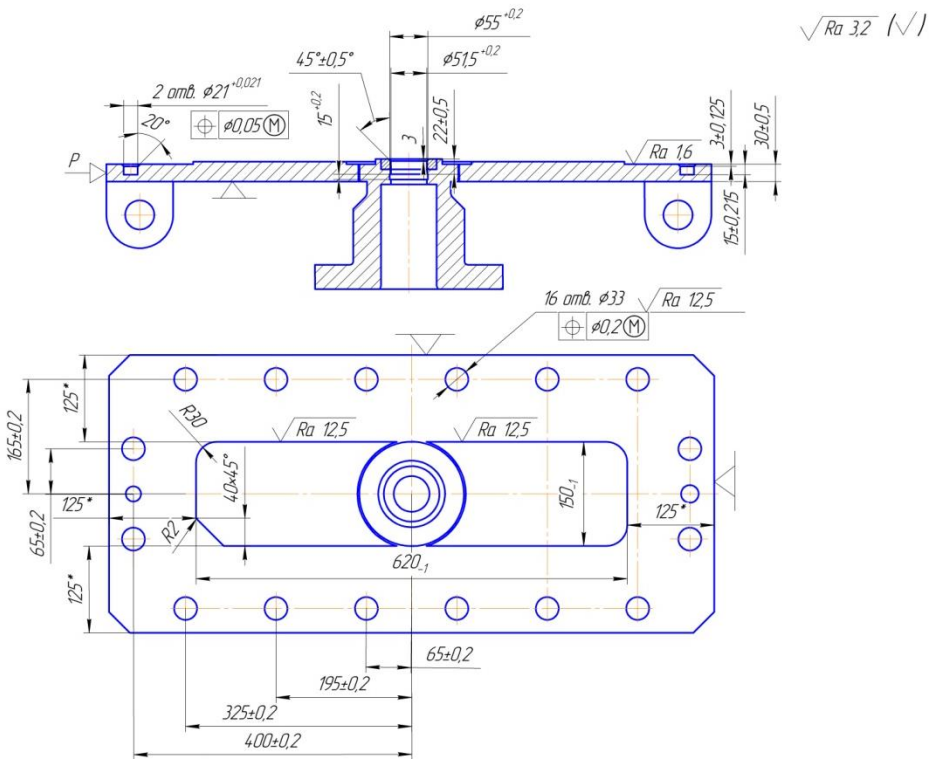


Рисунок 11 – Эскиз операции 005 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

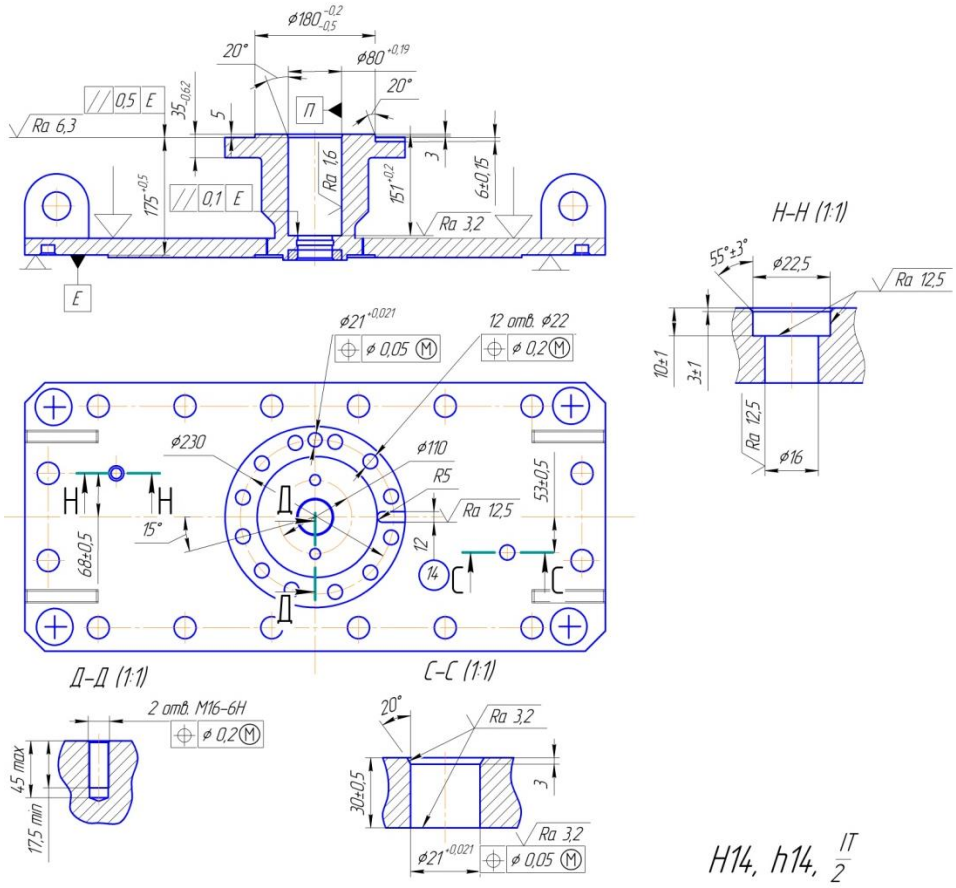


Рисунок 12 – Эскиз операции 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

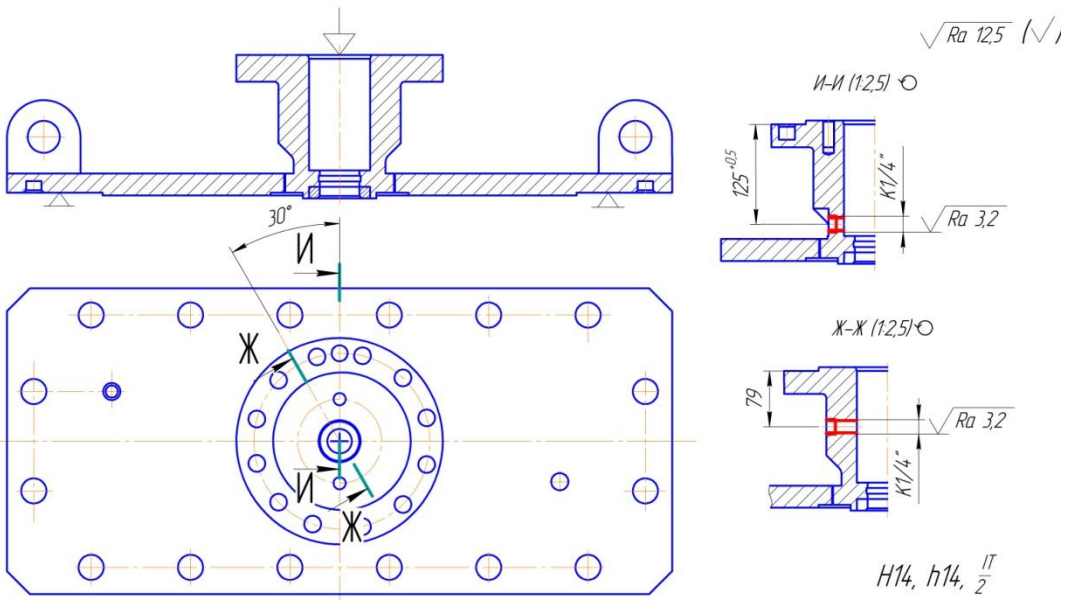


Рисунок 13 – Эскиз операции 0150 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса

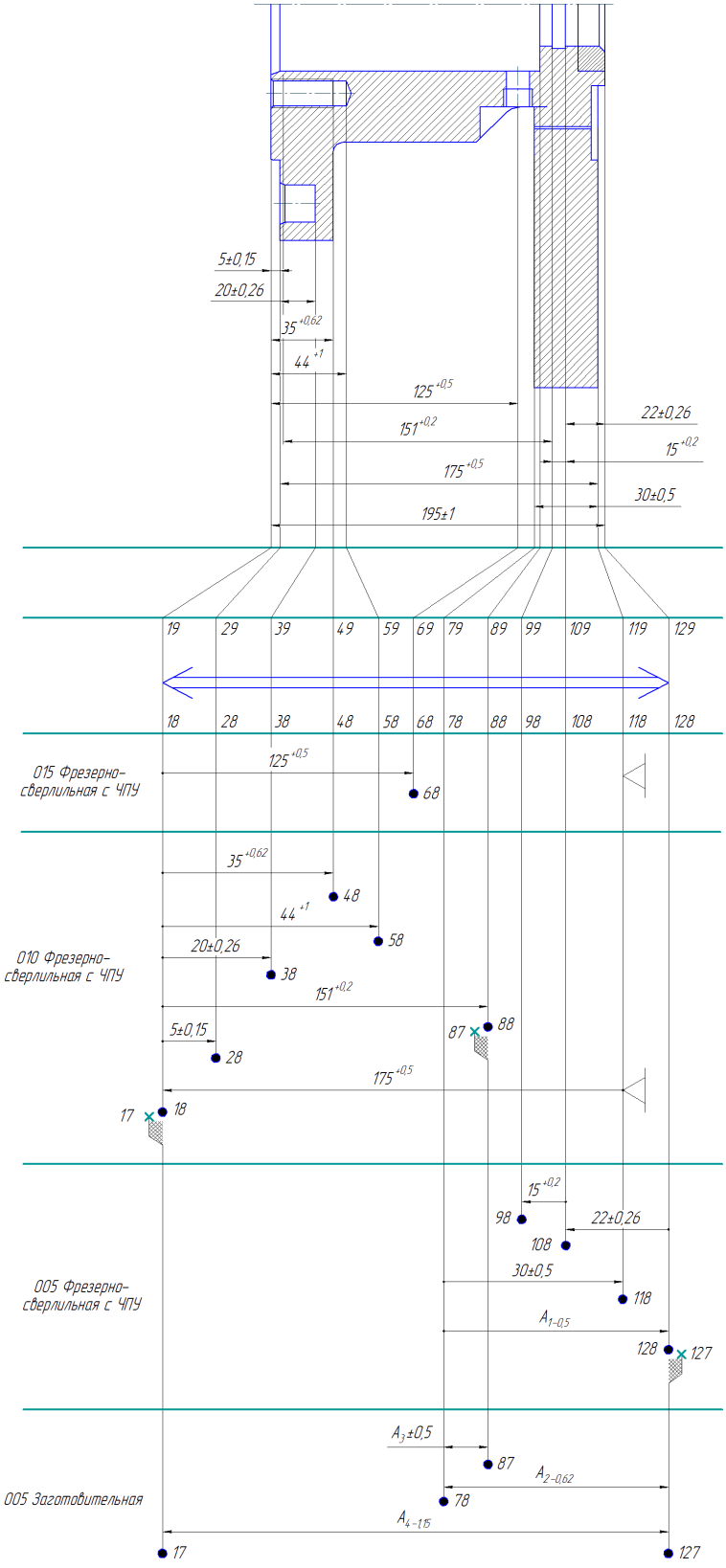


Рисунок 14 – Размерная схема линейных размеров проектного технологического процесса

Составим уравнения припусков и замыкающих звеньев:

1) $[18_128] = (18_118)^{+0,5} - (118_78) + (78_128)_{-0,5}$

$Td[18_128] = 2 \geq W = 0,5 + 1 + 0,5 = 2$ мм.

$[18_128]_{ном} = [18_128]_{min} + W/2 - \Delta_0 = [18_128]_{ср} - \Delta_0 =$

$= 195 - \left(\frac{0,5-0}{2} - \frac{0,5-0,5}{2} + \frac{0-0,5}{2}\right) = 195$ мм.

$195 = 175 - 30 + (78_128)$

$(78_128) = 195 - 175 + 30 = 50$ мм.

$A_1 = (78_128) = 50_{-0,5}$ мм.

2) $[128_127] = -(128_78)_{-0,5} + (78_127)_{-0,62}$

$[128_127]_{ном} = [128_127]_{min} + W[128_127]/2 - W[128_127]$,

где $[128_127]_{min}$ – минимальный припуск;

$[128_127]$ – поле рассеяния замыкающего звена;

$[128_127]$ – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$[128_127]_{min} = R_z + D_f$,

где R_z – шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$R_z = 80$ мкм;

D_f – дефектный слой с предшествующего перехода, $D_f = 100$ мкм.

$[128_127]_{min} = 0,08 + 0,1 = 0,18$ мм.

$[128_127] = T(128_78) + T(78_127) = 0,5 + 0,62 = 1,12$ мм.

$[128_127] = -T(128_78) + T(78_127) = -\frac{0-0,5}{2} + \frac{0-0,62}{2} = -0,06$ мм.

$[128_127]_{ном} = 0,18 + 1,12/2 - (-0,06) = 0,8$ мм.

$0,8 = -50 + (78_127)$;

$(78_127) = 0,8 + 50 = 50,8$ мм.

$A_2 = (78_127) = 50,8_{-0,62}$ мм.

3) $[17_18] = (17_127)_{-1,15} - (127_78)_{-0,62} + (78_118)\pm0,5 + (118_18)^{+0,5}$

$[17_18]_{ном}=[17_18]_{min}+ W[17_18]/2 – W[17_18].$

$[17_18]_{min} = 0,08 + 0,1 = 0,18$ мм..

$[17_18] = T(17_127) + T(127_78) + T(78_118) + T(118_18) =$

$[17_18] = 1,15 + 0,62 + 1 + 0,5 = 3,27$ мм.

$[17_18] = T(17_127) – T(127_78) + T(78_118) – T(118_18)$

$[17_18] = \frac{0-1,15}{2} - \frac{0-0,62}{2} + \frac{0,5-0,5}{2} - \frac{0,5-0}{2} = – 0,515$ мм.

$[17_18]_{ном} = 0,18 + 3,27/2 – (–0,515) = 2,33$ мм.

$2,33 = (17_127) – 50,8 + 30 – 175;$

$(17_127) = 175 – 30 + 50,8 – 2,33 = 198,13$ мм.

Округлим размер до 198,5 мм (+0,37).

$A_4 = (17_127) = 198,5_{–1,15}$ мм.

4) $[87_88] = – (87_78)\pm0,5 + (78_118)\pm0,5 – (118_18)^{+0,5} + (18_88)^{+0,2}$

$[87_88]_{ном}=[87_88]_{min}+ [87_88]/2 – [87_88],$

$[87_88]_{min} = 0,08 + 0,1 = 0,18$ мм.

$[87_88] = T(87_78) + T(78_118) + T(118_18) + T(18_88) =$

$[87_88] = 1 + 1 + 0,5 + 0,2 = 2,7$ мм.

$[87_88]= – T(87_78) +T(78_118) – T(118_18) + T(18_88) =$

$$= -\frac{0,5-0,5}{2} + \frac{0,5-0,5}{2} - \frac{0,5-0}{2} + \frac{0,2-0}{2} = – 0,15 \text{ мм.}$$

$[87_88]_{ном} = 0,18 + 2,7/2 – (– 0,15) = 1,68$ мм.

$1,68 = – (87_78) + 30 – 175 + 151$

$(87_78) = 30 – 175 + 151 – 1,68 = 4,32$ мм.

Округлим размер до 4,5 мм (+0,18).

$A_3 = (87_78) = 4,5\pm0,5$ мм.

2.3.6 Расчёт режимов резания и норм времени

Операция 005, комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Исходные данные: деталь – крышка; материал – сталь 09Г2С; σв = 520 МПа; заготовка – сварная; масса заготовки –130 кг. Станок: вертикально – фрезерный обрабатывающий центр DMG DC 100V , Nд = 20 кВт, η = 0,75. Установка детали в специальное приспособление с пневмозажимом.

1) Фрезерование плоскости 400х870 мм.

Инструмент – фреза торцевая с СМП D = 50 мм, z = 5.

Определим основное время, t_o , мин, по формуле :

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n_n S_0} \qquad (2.3.6.1)$$

где L – величина перемещения инструмента или заготовки в направлении подачи за один рабочий ход;

i – число рабочих ходов;

$S_{м.п.}$- минутная подача.

Расчётные размеры обработки: B = 20 мм, l = 12750 мм, h = 6 мм. Глубина резания t = h = 6 мм. Расчётная длина обработки L = l +l_1.

При смещенной установке фрезы диаметром 50 мм и ширине фрезерования 20 мм, величина врезания и перебега l_1= 4 мм следовательно, L = 12750 + 4 = =12754 мм, число рабочих ходов i = h/t = 6/6 = 1

По каталогу [5],

S_0= 1900 мм/мин, v = 260 м/мин, n = 1656,1 $мин^1$.

$$t_o = \frac{12754 \cdot 2}{1900} = 13{,}42 \text{ мин.}$$

Обработка отверстия Ø33 мм (16 отв.)

Инструмент – сверло Ø33.00 max. 16000 rpm. 263497. Расчётные размеры обработки: D = 33 мм; l = 30 мм; h = 33 мм. Глубина резания t = h/2= 33/2 = 16,5 мм. Расчётная длина обработки L = l +l_1. Величина врезания и перебега равна

l_1 = 2 мм, [4 , приложение 1, лист 2], следовательно, L = 30 + 2 = 32 мм.

По каталогу [5]:

S_0= 0,07 мм/об, v = 126 м/мин, n_n= 1800 $мин^{-1}$.

Основное время по формуле (2.3.6.1)

$$t_o = \frac{45 \cdot 16}{1800 \cdot 0.07} = 5{,}71 \text{ мин.}$$

2) Сверление и растачивание $Ø21^{+0,021}$(2 отв).

Последовательность обработки: сверление отверстия D=20,5 мм, L=15 мм. Инструмент – сверло из быстрорежущей стали Ø20,5 мм. Растачивание отверстия на D = 21H7, инструмент: резец Ø21мм d'andrea TRM 50/50. Глубина резания

t = h/2=20,5/2=10,25 мм, расчётная длина обработки L=l+l_1, величина врезания и перебега l=9 мм, следовательно L=15+9=24 мм.

По каталогу [5]:

S_0= 0,05 мм/об, v = 130 м/мин, n = 2016,6 об/мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1)

$$t_{01} = \frac{15 \cdot 2}{2019{,}6 \cdot 0{,}05} = 0{,}3 \text{ мин.}$$

Растачивание отверстия D=20,5 мм до D=21H7. Инструмент – резец Ø21мм. Глубина резания t=h/2=21/2=10,5 мм, расчетная длина обработки L=l+l_1, величина врезания и перебега l=11 мм, следовательно L=15+11=26 мм.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,03 мм/об, v = 66,0 м/мин, n = 1000 об/мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1)

$$t_{02}=\frac{15\cdot 2}{1000\cdot 0,03} = 1,0 \text{ мин.}$$

Расчётные размеры обработки: D = 21 мм, l = 3 мм. Так как обтачивание фаски процесс кратковременный, то параметры режима резания принимаем по предыдущему переходу.

Основное время принимаем по справочным данным [3, приложение 2]:

$$t_{03} = 0,1 \text{ мин.}$$

Суммарное основное время на операцию:

$$t_0= t_{01}+t_{02}+t_{03}; \qquad (2.3.6.2)$$

$$t_0=0,3+1,0+0,1=1,4 \text{ мин.}$$

3) Фрезерование отверстия $Ø51,5^{+0,2}$ мм.

Инструмент – фреза Ø20 с СМП, число зубьев z = 2.

Переход 1 – фрезерование отверстия $D_{ос}$= 50 мм.

Расчётные размеры обработки: D = 40 мм, L = 49, глубина резания t = $\frac{50-40}{2}$ = 10/2 = 5 мм. Длина обработки L = l – l_1. Следовательно, L = 55,0 мм.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

$S_{мп}$= 1633 мм/об, v = 190 м/мин, n = 3025,47 об/мин.

$$t_0=\frac{879,2}{907,5} = 0,97 \text{ мин.}$$

4) Фрезерование канавки $Ø55^{+0,2}$ мм.

Инструмент – фреза Ø32, число зубьев z = 3, L = 44, h = 50, глубина резания

t = h/2 = 3,4/2 = 1,7 мм.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

$S_м$= 350 мм/об, v = 250 м/мин, n = 2500 об/мин.

$$t_0 = \frac{55 \cdot 3}{350} = 0{,}47 \text{ мин.}$$

Определение вспомогательного времени.

Время на установку и снятие детали

$$t_{в.уст} = 1{,}3+0{,}12+0{,}04 = 1{,}46 \text{ мин;}$$

где 1,3 – время на установку и снятие детали, [4, карта 16, поз. 8];

0,12 – очистка приспособления от стружки, [4, карта 16, поз. 28];

0,04 – закрепление и открепление детали, [4, карта 16, поз. 32];

Время связанное с переходом :

$$t_{в.пер} = 0{,}4 \text{ мин.}$$

Время на контроль размеров:

$$t_{изм.} = 4{,}0 \text{ мин.}$$

Дополнительное время на перемещение стола станка на длину:

$$t_{в.п.ст} = 0{,}2 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на операцию:

$$t_в = t_{в.уст}+t_{в.пер}+t_{в.п.ст} \qquad (2.3.6.7)$$

где $t_{в.уст}$ – время на установку и снятие обрабатываемой заготовки;

$t_{в.пер}$ – время связанное с переходом;

$t_{в.п.ст}$ – время на измерение заготовки.

$$t_в = 1{,}46+0{,}4+0{,}2+4{,}0 = 6{,}06 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{0п} = t_0+t_в; \qquad (2.3.6.8)$$

$$t_{0п} = 21{,}5+2{,}06 = 23{,}56 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, 4% от t_{0n}:

$$t_{об}=t_{оп}\cdot 0{,}04=23{,}56\cdot 0{,}04=0{,}94 \text{ мин.} \quad (2.3.6.9)$$

Время на отдых и личные надобности, 4% от t_{0n} :

$$t_{0т.л}=t_{0n}\cdot 0{,}04 = 23{,}56\cdot 0{,}04=0{,}94 \text{ мин.} \quad (2.3.6.10)$$

Норма времени:

$$T_{шт}=t_{0n}+t_{об}+t_{0т.л} \quad (2.3.6.11)$$

$$T_{шт}= 23{,}56+0{,}94+0{,}94=25{,}44 \text{ мин.}$$

Операция 010, комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Исходные данные: деталь – крышка; материал – сталь 09Г2С; σв = 520 МПа; заготовка – сварная; масса заготовки –130 кг. Станок: вертикально – фрезерный обрабатывающий центр DMG DC 100V , Nд = 20 кВт, η = 0,75. Установка детали в механическое приспособление.

1) Фрезерование плоскости Ø270 мм.

Инструмент: фреза Ø50 мм, материал — твёрдый сплав, z = 9, ширина фрезерования 30 мм, длина фрезерования 2356,2 мм.

Расчётные размеры обработки: B = 30 мм, первый проход – l = 2356,2 мм,

h = 3 мм. Глубина резания t = h = 3 мм. Расчётная длина обработки L = l +l_1. Второй проход – 1413,7 мм, глубина резания t = h = 5 мм. При смещенной установке фрезы диаметром 50 мм и ширине фрезерования 20 мм величина врезания и перебега l_1= 4 мм, следовательно, L = 2356,2 + 4 = 2360,2 мм.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 2000 мм/мин, v = 224,64 м/мин, n = 1426,7 $мин^{-1}$.

$$t_{o1}= \frac{2360{,}2}{2000} = 1{,}2 \text{ мин.}$$

$$t_{o2}= \frac{590}{2000} = 0{,}3 \text{ мин.}$$

$$t_{o1,2}=t_{o1}+t_{o2} = 1{,}5 \text{ мин.}$$

2) Растачивание отверстия $Ø80^{+0,19}$ и ∠20°.

Инструмент: расточная оправка Ø80, параметр шероховатости R_a=1,6 мкм, расчётная длина обработки L = l +l_1, l=151 мм, l_1 = 5 мм, следовательно L = 156 мм, число рабочих ходов i = 2.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,15 мм/об, v = 241 м/мин, n = 959,4 об/мин.

$$t_o= \frac{L \cdot i}{n_n \cdot S_0};$$

$$t_o= \frac{156 \cdot 2}{0{,}15 \cdot 959{,}4} = 2{,}17 \text{ мин.}$$

3) Обработка отверстия Ø22 (12 отв.)

Инструмент – сверло Ø22. Расчётные размеры обработки: D = 22 мм; l = 30 мм. Глубина резания t = h/2= 22/2 = 11 мм. Расчётная длина обработки L = l +l_1. Величина врезания и перебега равна l_1 = 2 мм, следовательно, L = 30 + 4 = 34 мм.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,42 мм/об, v = 17,6 м/мин, n_n= 257,7 об/мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1)

$$t_o= \frac{Li}{n_{n+S_o}};$$

$$t_o= \frac{34 \cdot 12}{257{,}7 \cdot 0{,}55} = 2{,}54 \text{ мин.}$$

4) Обработка отверстия $Ø21^{+0,021}$ мм (1 отв.).

Последовательность обработки: сверление отверстия D=20,5 мм, L=20 мм. Инструмент – сверло из быстрорежущей стали Ø20,5 мм; растачивание отверстия на D = 21H7, инструмент: резец Ø21мм d'andrea TRM 50/50.

Глубина резания t = h/2=20,5/2=10,25 мм, расчётная длина обработки L=l+l_1, величина врезания и перебега l=9 мм, следовательно L=20+9=29 мм.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,05 мм/об, v = 130 м/мин, n = 2019,57 об/мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1):

$$t_0=\frac{L\cdot i}{n_n\cdot S_0};$$

$$t_{01}=\frac{20\cdot 1}{571,7\cdot 0,52} = 0,2 \text{ мин.}$$

Растачивание отверстия D=20,5 мм до D=21H7. Инструмент – резец Ø21мм. Глубина резания t=h/2=21/2=10,5 мм, расчетная длина обработки L=l+l_1, величина врезания и перебега l=11 мм, следовательно L=20+11=31 мм.

По каталогу определяются [5] подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,03 мм/об, v = 66,0 м/мин, n = 1000 об/мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1)

$$t_0=\frac{L\cdot i}{n_n\cdot S_0};$$

$$t_{02}=\frac{20}{560\cdot 0,09} = 0,6 \text{ мин.}$$

$$t_{01,2}=t_{01}+t_{02}=0,2+0,6=0,8 \text{ мин.}$$

5) Нарезание резьбы М16 – 6Н (2 отв.).

Последовательность обработки: сверление отверстия D=14 мм, L=35 мм. Инструмент – сверло из быстрорежущей стали Ø14 мм. Глубина резания t = h/2=14/2=7 мм, расчётная длина обработки L = l + l_1, величина врезания и перебега l=9 мм, следовательно L=35+9=29 мм.

По нормативам [5], определяются подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 2 мм/об, v = 12 м/мин, n = 571,7 об/мин.

$$t_{01,2}=\frac{L\cdot i}{n_n},$$

$$t_{01}=\frac{35\cdot 2}{441,0\cdot 0,39} = 0,41 \text{ мин},$$

$$t_{02}=\frac{35\cdot 2}{238,85} = 0,3 \text{ мин}.$$

Суммарное основное время:

$t_{01,2}$= 0,41+0,3=0,71 мин.

6) Фрезерование паза 12х45, R5.

Инструмент – фреза концевая Ø10 мм, материал — твёрдый сплав.

Расчётные размеры обработки. Первый проход: l = 45 мм, глубина резания t = h = 3 мм, ширина фрезерования B=10. Расчётная длина обработки L = l + l_1. Число проходов i=2.

По каталогу [5] определяются подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,3 мм/мин, v = 125 м/мин, n = 3317,41 об/мин.

$$t_o= \frac{90\cdot 2}{0,3\cdot 3317,41} = 0,2 \text{ мин}.$$

7) Обработка отверстия $Ø22,5^{+0,52}$.

Инструмент – сверло из быстрорежущей стали Ø22,5 мм, глубина резания

t= h/2=22,5/2=11,25 мм, расчётная длина обработки L=l+l_1, величина врезания и перебега l=10 мм, следовательно L=22,5+10=32,5 мм.

По нормативам [4] определяются подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,42 мм/об, v = 17,6 м/мин, n = 249,12 об/мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1)

$$t_0=\frac{L\cdot i}{n_n\cdot S_0};$$

$$t_{01}=\frac{22,5\cdot 1}{249,12\cdot 0,42}=0,22 \text{ мин.}$$

8) Обработка ступенчатого отверстия: $Ø22,5^{+0,52}$, $Ø16^{0,43}$.

Расчётные размеры обработки: D = 22,5, L = 10±1 мм, глубина резания t = h/2 = 22,5/2 = 11,25 мм; D=16 мм, глубина резания t = h/2 = 16/2 = 8 мм.

Инструмент – комбинированный Ø22,5; Ø16 мм.

По каталогу [5] определяются подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,05 мм/об, v = 130 м/мин, n = 2000 об/мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1)

$$t_0=\frac{L\cdot i}{n_n\cdot S_0};$$

$$t_{01}=\frac{22,5\cdot 1}{2000\cdot 0,05}=0,22 \text{ мин.}$$

Определение вспомогательного времени:

Время на установку и снятие детали:

$$t_{в.уст} = 1,3+0,12+0,04 = 1,46 \text{ мин;}$$

где 1,3 – время на установку и снятие детали, [4, карта 16, поз. 8];

0,12 – очистка приспособления от стружки, [4, карта 16, поз. 28];

0,04 – закрепление и открепление детали, [4, карта 16, поз. 32];

Время связанное с переходом :

$$t_{в.пер} = 0{,}4 \text{ мин.}$$

Время на измерение размеров:

$$t_{изм.} = 7{,}5 \text{ мин}$$

Дополнительное время на перемещение стола станка на длину:

$$t_{в.п.ст} = 0{,}2 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на операцию:

$$t_{в} = t_{в.уст} + t_{в.пер} + t_{в.п.ст}$$

где $t_{в.уст}$ – время на установку и снятие обрабатываемой заготовки;

$t_{в.пер}$ – время связанное с переходом;

$t_{в.п.ст}$ – время на измерение заготовки.

$$t_{в} = 1{,}46+0{,}4+0{,}2+7{,}5 = 9{,}56 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{0п} = t_{0} + t_{в} = 8{,}16+9{,}56 = 17{,}72 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, 4% от $t_{0п}$:

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0{,}04 = 17{,}72 \cdot 0{,}04 = 0{,}71 \text{ мин.}$$

Время на отдых и личные надобности, 4% от $t_{0п}$:

$$t_{0т.л} = t_{0п} \cdot 0{,}04 = 17{,}72 \cdot 0{,}04 = 0{,}71 \text{ мин.}$$

Норма времени по формуле (2.3.6.11):

$$T_{шт} = t_{0п} + t_{об} + t_{0т.л} = 17{,}72+0{,}71+0{,}71 = 19{,}14 \text{ мин.}$$

Операция 015, сверлильная с ЧПУ

Исходные данные: деталь – крышка; материал – сталь 09Г2С; σв = 520 МПа; заготовка – сварная; масса заготовки –130 кг. Станок: горизонтально – обрабатывающий центр TREVISAN DS 300/70C , Nд = 20 кВт, η = 0,75. Установка детали в специальное приспособление.

1) Сверление и нарезание резьбы К1/4"(2 отв.)

Переход 1 – сверление двух отверстий D_{oc}=11,2 мм.

Расчетные размеры обработки D=23 мм, l=40. Глубина резания t = h/2 = 11,2/2 = 5,6 мм. Расчетная длина обработки L=l+l_1. Величина врезания и перебега l=6 мм. следовательно L=40+6=46 мм. Инструмент – сверло Ø11,2 мм.

По нормативам [4] определяются подача, скорость резания и частота вращения:

S_0= 0,29 мм/об, v = 21,6 м/мин, n = 597,1 об мин.

Основное время по формуле (2.3.6.1):

$$t_0=\frac{L\cdot i}{n_n\cdot S_0};$$

$$t_{01}=\frac{11,2\cdot 2}{597,1\cdot 0,29}=0,13 \text{ мин.}$$

Переход 2 – нарезание резьбы К1/4"

Расчётные размеры обработки: Инструмент – метчик К1/4". D = 11,2 мм; l = 40 мм; h = 1,411 мм; S = 1,411 · 2 = 2,822 мм. Глубина резания t = h = 2,822 мм. Расчётная длина обработки L = l +l_1. При нарезании резьбы на проход по нормативам [4, приложение 1, лист 6] принимаем величину врезания и перебега l_1= 4 мм. Следовательно, L = 40 + 4 = 44 мм. Подача S = 1,411 мм/об. (шаг резьбы).

По нормативам [4], определяются скорость резания и частота вращения шпинделя станка:

S = 1,411 мм/об, v = 14,8 м/мин, n =250 об/мин.

Основное время определяется по формуле (2.3.6.1):

$$t_0 = (\frac{L}{nS} + \frac{L}{n_1 \cdot S}) \cdot i$$

где n_1— частота вращения шпинделя станка при вывёртывании метчика.

$$t_0 = (\frac{44}{250 \cdot 1.411} + \frac{44}{1.25 \cdot 250 \cdot 1.411}) \cdot 2 = 0{,}44 \text{ мин.}$$

Определение вспомогательного времени:

Время на установку и снятие детали

$$t_{в.уст} = 1{,}3+0{,}12+0{,}04 = 1{,}46 \text{ мин,}$$

где 1,3 – время на установку и снятие детали, [4, карта 16, поз. 8];

0,12 – очистка приспособления от стружки, [4, карта 16, поз. 28];

0,04 – закрепление и открепление детали, [4, карта 16, поз. 32];

Время связанное с переходом :

$$t_{в.пер} = 0{,}4 \text{ мин.}$$

Время на измерение размеров:

$$t_{изм.} = 1{,}5 \text{ мин.}$$

Дополнительное время на перемещение стола станка на длину:

$$t_{в.п.ст} = 0{,}2 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на операцию:

$$t_в = t_{в.уст} + t_{в.пер} + t_{в.п.ст}$$

где $t_{в.уст}$ – время на установку и снятие обрабатываемой заготовки;

$t_{в.пер}$ – время связанное с переходом;

$t_{в.п.ст}$ – время на измерение заготовки.

$$t_в = 1{,}46+0{,}4+0{,}2 = 2{,}06 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{0n} = t_0 + t_в = 0{,}58 + 2{,}06 = 2{,}64 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, 4% от t_{0n}:

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0{,}04 = 2{,}64 \cdot 0{,}04 = 0{,}1 \text{ мин.}$$

Время на отдых и личные надобности, 4% от t_{0n} :

$$t_{0тл} = t_{0n} \cdot 0{,}04 = 2{,}64 \cdot 0{,}04 = 0{,}1 \text{ мин.}$$

Норма времени (2.3.6.11):

$$T_{шт} = t_{0n} + t_{об} + t_{0тл} = 2{,}64 + 0{,}1 + 0{,}1 = 2{,}84 \text{ мин.}$$

2.3.7 Расчет потребного количества оборудования

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по формуле (1):

$$К = \frac{С_{ср}}{Т_{ср}}, \qquad (2.3.7.1)$$

где $С_{ср}$ – средняя станкоёмкость, приходящаяся на каждый станок, мин;

$Т_{ср}$ – средний такт выпуска деталей, мин;

К – число станков по виду оборудования.

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле (2):

$$Т_{ср} = \frac{60 \cdot Ф_о \cdot К_{исп}}{N_{год}}, \qquad (2.3.7.2)$$

где $Ф_о$ – годовой фонд времени оборудования, ч ($Ф_о$ = 2225 ч);

$К_{исп}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени ($К_{исп}$ = 0,83);

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, 400 шт.

Подставляя значения в формулу (2.3.7.2), получим:

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot 2225 \cdot 0{,}83}{400} = 277{,}16 \text{ мин.}$$

Результаты определения количества оборудования на каждую операцию технологического процесса сведены в таблицу 7.

За основное металлорежущее оборудование станочного комплекса ГПС принимаем горизонтально–фрезерный обрабатывающий центр DMG DC 100V представленный на рисунке 8.

Таблица 7 – Количество оборудования на операции ТП

Наименование операции	Средняя станкоемкость, мин	Расчетное количество оборудования, шт	Принятое количество оборудования, шт
Комплексная с ЧПУ	24	0,94	1

При подборе станков для ГПС воспользуемся принципом взаимозаменяющих станков. Принцип взаимозаменяющих станков состоит в использовании для обработки поверхностей различных деталей станков одной группы или модели. Следовательно, выход из строя какого-либо станка приведет не к снижению номенклатуры обрабатываемых деталей, а только к снижению производительности. Применение этого принципа является наиболее эффективным при использовании в гибком производстве многоцелевых станков или обрабатывающих центров.

2.4 Описание планировки участка

Для изготовления детали-представителя «Крышка 18302 – 400» была рассчитана компоновка ГПС и спроектирована планировка участка для обработки данных деталей.

После анализа возможности автоматизации технологического процесса детали «Крышка» было выявлено, что основные операции механической обработки на станках ЧПУ могут быть встроены в гибкую производственную систему, что позволяет автоматизировать вспомогательные переходы, связанные с установкой и снятием детали, загрузкой и выгрузкой режущего инструмента в инструментальный магазин станка и т.д.

Количество основного станочного оборудования было рассчитано исходя из годовой программы выпуска деталей и средней станкоёмкости, приходящейся на каждый станок.

В данную планировку участка входит транспортно-складская система (ТСС), предназначенная для хранения в накопителях большой вместимости (складе) межоперационных заделов деталей и автоматической транспортировки их по заданному адресу по командам от ЭВМ.

Для обеспечения функционирования всего участка так же предусмотрены вспомогательные системы. Вспомогательные системы служат для подготовки заготовок и полуфабрикатов для последующей обработки, обеспечения основного оборудование режущим инструментом, осуществления входного, промежуточного и окончательного контроля и обеспечения своевременного удаление отходов производства. К наиболее важным вспомогательным участкам относятся:

- система автоматизированного контроля;
- система уборки отходов.

Для установки и снятия деталей используется мостовой кран грузоподъёмностью 1 тонна. Так же данный кран выполняет функции перемещения габаритных деталей, партии заготовок и необходимых приспособлений для функционирования участка. Перемещение заготовок с операции на операцию так же возможно осуществлять с помощью цеховой тележки.

На данном участке механической обработки деталей применяется следующее оборудование:

1) Вертикально – фрезерный обрабатывающий центр DMG DC 100V;

2) Горизонтально – обрабатывающий центр TREVISAN DC300/70C;

Общая схема перемещения заготовок по участку изображенная в приложении формат А1 выглядит следующим образом: со склада материалов и заготовок в производственной таре с помощью мостового крана поступают на промежуточный склад заготовок и склад накопитель заготовок, с данного склада, по мере необходимости изготовления деталей, заготовки перемещаются к основному технологическому оборудованию для обработки, далее заготовка поступает на участок промежуточного контроля, после проверки всех размеров и технических требований, предъявляемых к детали, она перемещается на промежуточный склад готовых деталей.

Планировка участка представлена на рисунке 15.

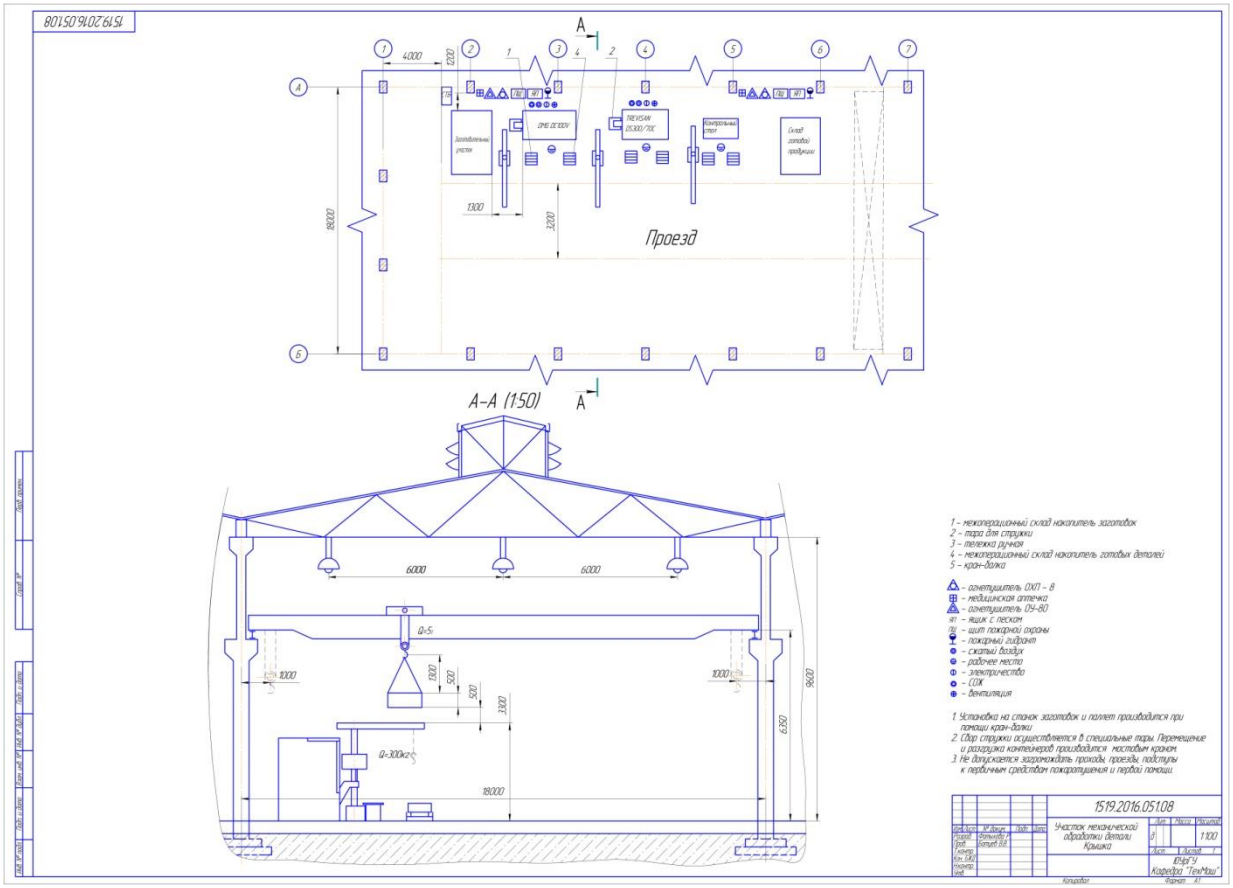


Рисунок 15 – Планировка участка

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование и расчет станочного приспособления

3.1.1 Расчет силы резания.

При обработке детали используем станочное приспособление, которое необходимо проверить на возможные силы резания. Задача заключается в определении максимальной силы резания, и силы зажима заготовки в приспособлении с некоторым коэффициентом запаса по отношению к силе резания.

Силовой расчет приспособления выполняется с целью обеспечения гарантированной неподвижности обрабатываемой заготовки под действием технологических нагрузок.

Рассчитаем силу резания для фрезерования. Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{мр}, \qquad (3.1.1.1)$$

где C_p – значение коэффициента при фрезеровании, 825;

t^x – глубина фрезерования, $3^{0,95}$;

S_z^y – подача на зуб, $0{,}1^{0,8}$;

B^u – ширина фрезерования, $20^{1,1}$ мм;

z – число зубьев, 5;

D_q – диаметр фрезы, 50 мм;

n^w – скорость резания, 1800 мм;

$K_{мр}$ – поправочный коэффициент стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости, 0,9.

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^{0,95} \cdot 0{,}1^{0,8} \cdot 20^{1,1} \cdot 5}{50^{1,1} \cdot 1800^0} \cdot 0{,}9 = 3202{,}8 \text{ Н}.$$

Для компенсации возможных случайных отклонений силовых факторов от рассчитанных (средних) значений в силовой расчет вводится коэффициент запаса Гарантированный коэффициент запаса определяем по формуле (3.1.1.2):

$$К = К_0 \cdot К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot К_6, \quad (3.1.12)$$

где $К_0$=1,5 – гарантированный коэффициент запаса;

$К_1$ – учитывает состояние технологической базы (при черновых базах $К_1$=1,2, при чистых – $К_1$ =1,0), принимаем $К_1$=1,2;

$К_2$ – учитывает затупление инструмента, $К_2$=1,1;

$К_3$ – учитывает ударную нагрузку на инструмент (при обработке прерывистых поверхностей), $К_3$=1,2;

$К_4$ – учитывает стабильность силового привода (при ручном приводе $К_4$=1,3, механизированном $К_4$=1,0), $К_4$=1,0;

$К_5$ – характеризует зажимные механизмы с ручным приводом (при удобном зажиме $К_5$=1, при неудобном $К_5$=1,2), $К_5$=1;

$К_6$ – учитывает определенность расположения опорных точек при смещении заготовки моментом сил. При установке на опоры с ограниченной поверхностью контакта (штыри, пластинки) $К_6$=1, при установке на опоры с неограниченной в пределах базы зоной контакта (опоры, шайбы), $К_6$=1,5, следовательно принимаем $К_6$=1,5.

$$К = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,9.$$

3.1.2 Расчет силы закрепления

Рассчитаем силу зажима заготовки:

$$Р_з = \frac{К \cdot М_{кр}}{\frac{f_{з.м.} \cdot D}{2} + \frac{f_{о.п} \cdot D}{2 \cdot sin\frac{\alpha}{2}}}, \quad (3.1.2.1)$$

где К – гарантированный коэффициент запаса;

$М_{кр}$ – крутящий момент;

D – диаметр фрезы.

Значения крутящего момента определяем по формуле (3.1.2.3):

$$M_{кр} = Pz \cdot \frac{Dфф}{2}, \qquad (3.1.2.3)$$

где P_z – сила резания;

$D_{фр}$– ширина фрезерования.

$$M_{кр} = 3202{,}8 \cdot \frac{20}{8} = 8007 \text{ Н·мм.}$$

Величина радиальной составляющей силы резания P_y может быть определена по соотношению $P_y \approx 0{,}4\ P_z$.

$$P_y = 0{,}4 \cdot 3202{,}8 = 1281{,}12 \text{ Н}$$

При определении величины силы трения принят коэффициент трения f=0,25.

$$P_з = \frac{3{,}9 \cdot 8007}{0{,}25 \cdot \frac{20{,}0}{2} + 0{,}25 \cdot \frac{20{,}0}{2 \cdot \sin 45°}} = 3269{,}87H$$

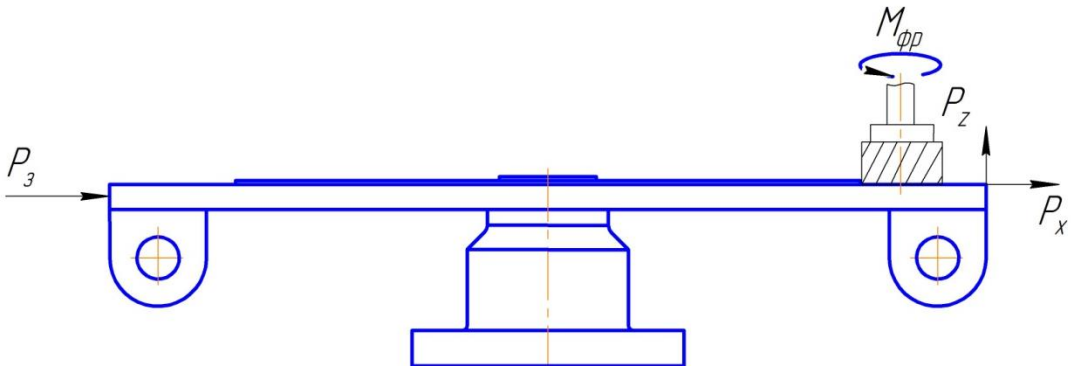


Рисунок 16 – Схема усилия закрепления заготовки

По данным расчетам определяем размеры пневмоцилиндра.

Эффективность приспособления заключается в следующем: уменьшается физическая нагрузка на рабочего, сокращается время на выполнение операции, обеспечивается правильное положение и надежное закрепление детали при обработке.

Приспособление для обработки детали типа «Крышка» представлена на чертеже 1519.2016.051.05.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1. Расчет комбинированного инструмента

Дана деталь - крышка. Обрабатываем ступенчатое отверстие Ø16 мм на глубину l=Ø22,5 мм на глубину l=10 мм и фаску 3±1 под углом 55°±3°. Шероховатость обрабатываемых поверхностей Ra12,5.

Крышка изготавливается из конструкционной низколегированной стали 09Г2С ГОСТ19281-73 . Назначение – различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70 до +425°С под давлением.(δ_B 490 Н/мм^2).

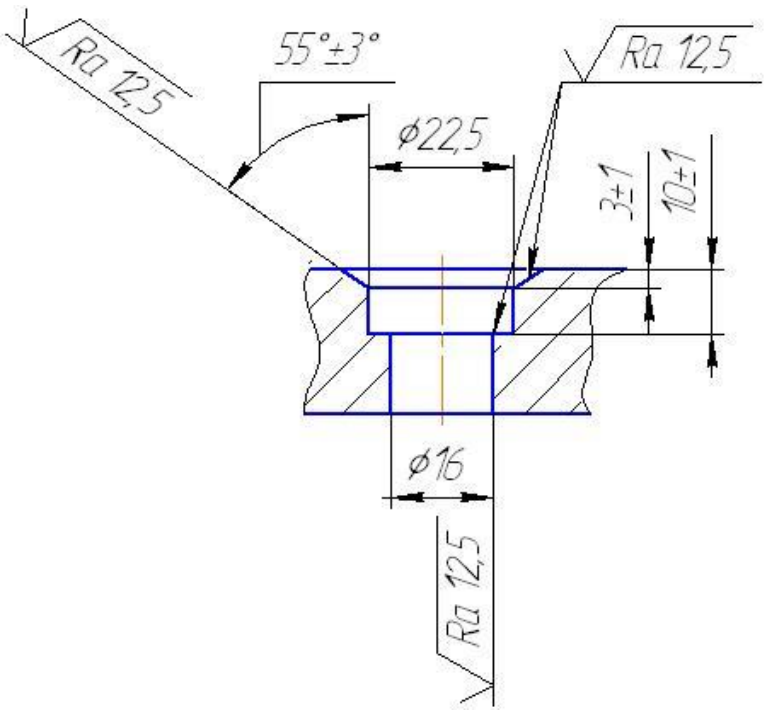


Рисунок 17 – Эскиз обрабатываемого отверстия детали крышка.

Для обработки детали выбираем вертикально-обрабатывающий центр DECKEL MANO DC 100.

Для обработки ступенчатого отверстия рассчитаем и спроектируем инструмент комбинированное сверло. В основу конструкции комбинированного сверла взята конструкция корпуса сверла DR-06 фирмы «ISKAR» с двумя квадратными пластинами для сверления отверстия Ø16 мм и двумя специальными пластинами для рассверливания отверстия Ø22,5 мм и снятия фаски <55°. Сверло спроектировано со спиральными отверстиями для СОЖ проходящей параллельно – винтовой стружкоотводной канавкой. Данная конструкция корпуса сверла оставляет в стружке больше пространства для бесперебойного отвода из отверстия. Каналы охлаждения не проходят через сердцевину сверла, что повышает прочность сверла и его стойкость к скручиванию.

Сверло с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин предназначено для сверления отверстий глубиной 3d – 5d, а также растачивания отверстий в конструкционных и легированных сталях на станках с ЧПУ, обладающих достаточной мощностью и жесткостью.

Расположение сверла на револьверной головке токарного станка осуществляется так, чтобы наружная режущая кромка была параллельна координате X станка.

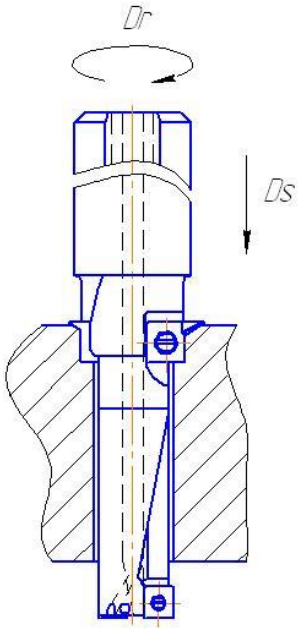


Рисунок 18 – Схема резания комбинированного сверла

Пластина для сверления выбрана из каталога ISRAR [5], LCMX 050203-B57, материал пластины HC-P20 с покрытием CVD, современный аналог сплава Т5К10. Группа применения по ISO P15-P35. Многослойное покрытие пластины составляет 16 мкм, состоит из карбонитрида титана (TiCN) и окиси алюминия ($Al_2O_{3)}$ во внутреннем слое и карбида титана (TiC) в качестве внешнего слоя.

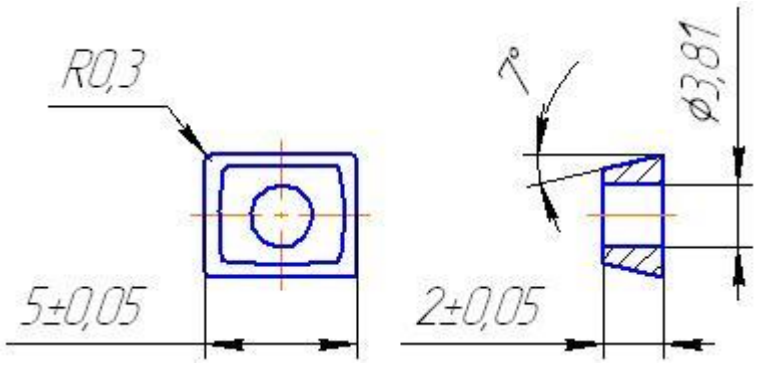


Рисунок 19 –Пластина для сверления

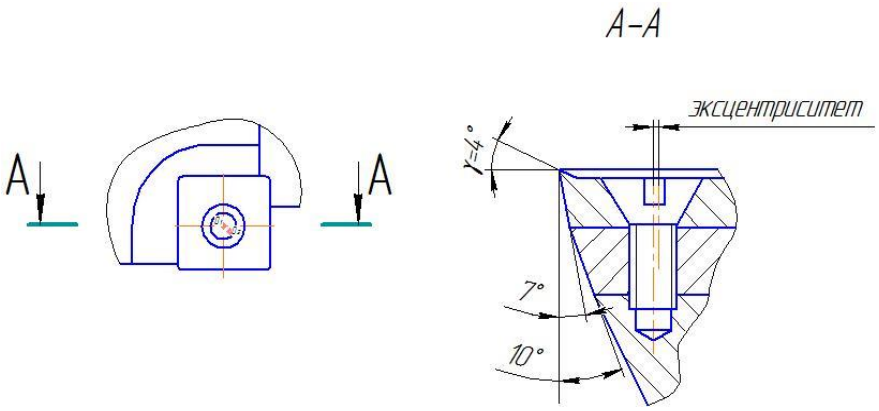


Рисунок 20 – Узел крепления пластины в корпусе сверла

Расчет эксцентрического крепления многогранной сменной пластины.

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

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

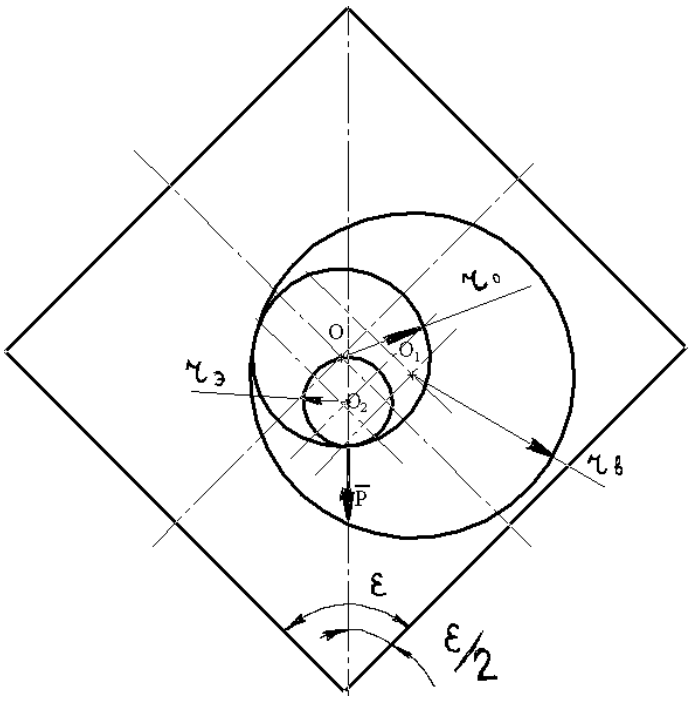


Рисунок 21 - Расчетная схема эксцентрического закрепления

Правильное базирование можно обеспечить если точка К контакта эксцентрического штифта и отверстие СМП, ось О2 эксцентрического штифта и ось О отверстия СМП будет находится на биссектрисе угла ε при вершине пластины. В этом случае направление силы зажима $\overline{P}$ и перемещение пластины направлены по биссектрисе угла ε, и поджима обеспечивает базирование СМП по обеим сторонам гнезда.

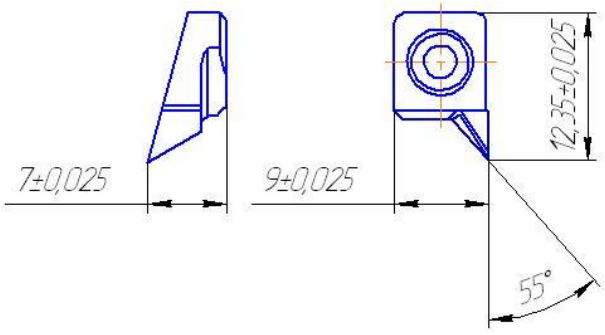


Рисунок 22 – Эскиз пластины для растачивания

Расчет сверла на прочность производится по справочнику [8].

Скорость главного движения резания при сверлении Ø16 мм и рассверливании Ø22,5 мм составляет v=24 м/мин, s=0.12 мм/об [4, с.129, карта 46].

Осевая сила при сверлении [5, с. 163] определяется по формуле:

$$P_O = C_p D^q S^y K_p, \qquad (3.2.1.1)$$

где – коэффициенты C_p =68; q=1,0; y=0,7 , [8, табл.32]

K_P – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, зависит только от обрабатываемого материала, определяется выражением.

$$K_P = K_{MP}, \qquad (3.2.1.2)$$

$$K_{мр} = \left(\frac{\sigma_в}{750}\right)^n, \qquad (3.2.1.2)$$

где – $[\sigma_B]$=490 Мпа (80кгс/мм^2) – предел прочности на растяжение;

n=0,75– показатель степени.

$$K_{мр} = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,73,$$

$$P_O = 68 \cdot 16^{1,0} \cdot 0,12^{0,7} \cdot 0,73 = 180,2\ H.$$

Осевая сила при рассверливании определяется по формуле:

$$P_O = C_p D^q t^x S^y K_p, \qquad (3.2.1.3)$$

где – коэффициенты C_p =67; q=1; y=0,65; x=1,2. [8, табл.32]:

$$P_O = 67 \cdot 22,5 \cdot 3,25^{1,2} \cdot 0,12^{0,65} \cdot 0,73 = 1141,1\ H,$$

$$P_O = 180,2 + 1141,1 = 1321,3\ H.$$

Момент сопротивления сил резанию (крутящий момент) при сверлении определяется по формуле:

$$M_{KP} = C_M D^q S^y K_p, \qquad (3.2.1.4)$$

где – коэффициенты: C_M =0,0345; q=2,0; y=0,8, [5, табл.32]

$$M_{KP} = 0{,}034 \cdot 16^{2{,}0} \cdot 0{,}12^{0{,}8} \cdot 0{,}73 = 16{,}5\ H.$$

Момент сопротивления сил резанию (крутящий момент) при рассверливании определяется по формуле (3.2.1.4):

$$M_{KPрассвер.} = 0{,}09 \cdot 22{,}5^{1} \cdot 3{,}25^{0{,}9} \cdot 0{,}12^{0{,}8} \cdot 0{,}73 = 11{,}8\ H$$

Мощность резания (эффективная) определяется по формуле:

$$N_Э = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750}, \qquad (3.2.1.5)$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \qquad (3.2.1.6)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{3{,}14 \cdot 16} = 477{,}7\ об/мин.$$

Принимаем n=500 об/мин,

$$N_{Эсверл.} = \frac{16{,}5 \cdot 500}{9750} = 0{,}84\ кВт,$$

$$N_{Эрасверл.} = \frac{11{,}8 \cdot 500}{9750} = 0{,}61 кВт.$$

Общая длина корпуса сверла рассчитывается по формуле:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3, \qquad (3.2.1.7)$$

где – l_0 =45 мм – длина режущей части Ø16мм ;

l_1=5 мм – ширина пластины;

$l_2 = 25$ мм – длина перехода;

L_3 =80 мм – длина хвостовика.

$$L = 45 + 5 + 25 + 80 = 155\ мм.$$

Диаметр отверстия для сверления D_2 =16h8($_{-0.027}$). Диаметр переходного отверстия для рассверливания D_2 =22,5 мм. Диаметр хвостовика $Ø25h6^{0}_{-0,013}$, жесткий размер зависит от посадочного отверстия переходной оправки.

Наклон винтовой канавки отсутствует, внутри корпуса расположены отверстия для подачи СОЖ.

Обратная конусность сверла (уменьшение диаметра по направлению к хвостовику) на 100 мм длины рабочей части составляет 0,06 мм.

3.2.2. Расчёт расточной оправки

Обработать отверстие Ø80H11 на глубину l=151 мм, и фаску l=5 под углом 20°. Шероховатость обрабатываемых поверхностей Ra1,6.

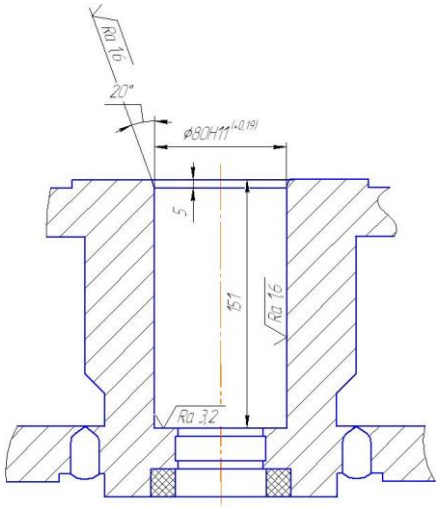


Рисунок 23 – Эскиз обрабатываемого отверстия Ø80H11

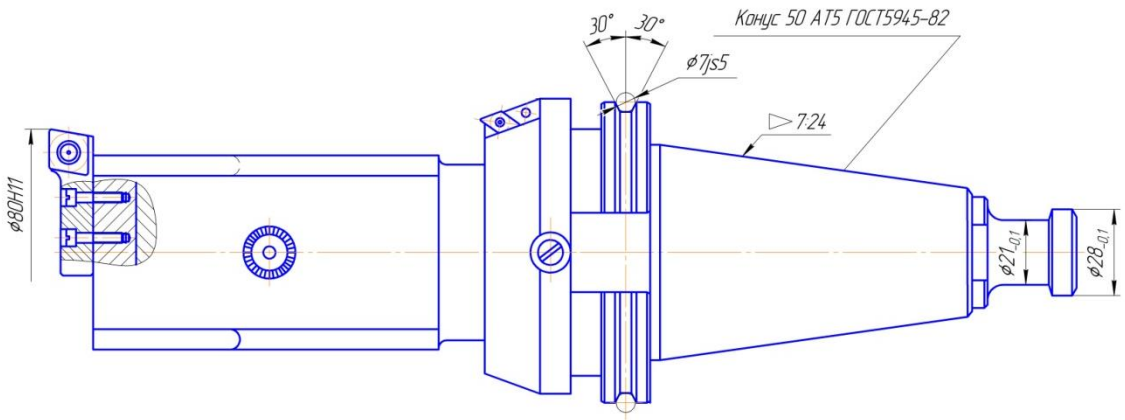


Рисунок 24 – Расточная оправка

Для обработки отверстия и нарезания фаски выбираем расточную оправку из каталога ISRAR [5]. Конус ISO 50-MB63, оправка BHR MB63-63x125.

На оправке закреплён резец IHSR68-90 с механическим креплением многогранной пластины.

Геометрические параметры пластины: φ=80° - главный угол в плане, вспомогательный угол в плане φ_1 =10°, задний угол α=7°,передний угол γ=0°.

Определим форму пластины, то есть рассчитаем количество n её граней по формуле:

$$n = \frac{360}{\varphi+\varphi_1}, \qquad (3.2.2.1)$$

где – φ и φ_1 главный и вспомогательный углы в плане,

$$n = \frac{360}{80+10} = 4.$$

Из каталога ISRAR [5]. выбираем пластину, соответствующую данным параметрам: пластина CCMT 120408-WG, C – угол в плане 80°, C – задний угол 7°, M-допуск на размеры пластины ±0,05, T-пластина односторонняя с креплением через центральное отверстие, 12-длина режущей кромки 12мм, 04 – толщина пластины 4,76 мм, 08 – радиус скругления режущей кромки 0,8мм,

WG – вид стружколома для обработки материалов дающих короткую стружку

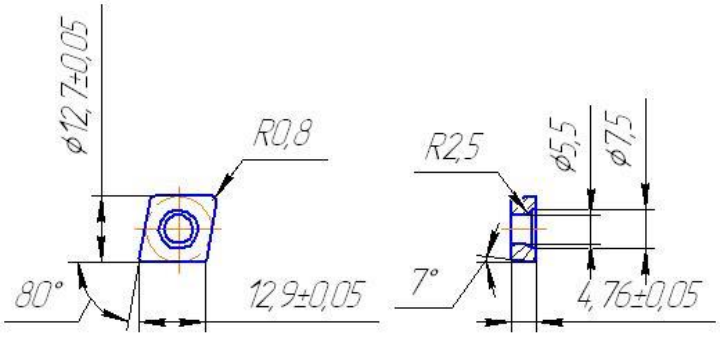


Рисунок 25 – Эскиз пластины для резца

На оправке также закреплено кольцо фасочное СНА63-45 с механическим креплением пластины.

Геометрические параметры пластины: главный угол в плане φ=55°, вспомогательный угол в плане φ_1 =35°, задний угол α=7°, передний угол γ=0°

Определим форму пластины, то есть рассчитаем количество n её граней:

$$n = \frac{360}{55 + 35} = 4$$

Из каталога ISRAR [3] выбираем пластину, соответствующую данным параметрам:

- пластина DCMT 11T304-SM
- D – угол в плане φ=55°;
- C – задний угол α=7°;
- M – допуск на размеры пластины ±0,05;
- T – пластина односторонняя с креплением через центральное отверстие;
- 11 – длина режущей кромки 11мм;
- Т3 – толщина пластины 3,97 мм;
- 04 – радиус скругления режущей кромки 0,4 мм;

− SM – вид стружколома для обработки материалов дающих короткую стружку.

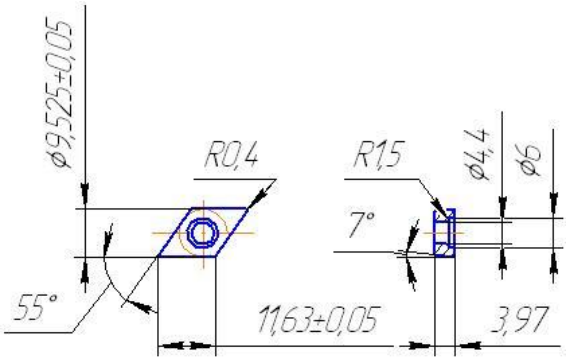


Рисунок 26 – Эскиз пластины для снятия фаски

Пластины с покрытием CVD, современный аналог сплава Т5К10. Применяются для – чернового и получистового точения при неравномерном сечении среза и прерывистом резании углеродистых и легированных сталей, в виде поковок, штамповок по корке и окалине.

Пластина базируется в корпусе фасочного кольца по одной стороне и закрепляется через центральное отверстие.

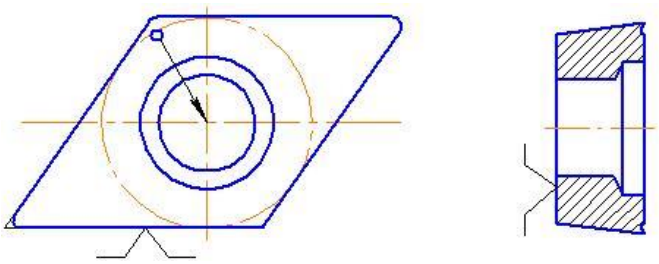


Рисунок 27 – Схема базирования и закрепления СМП

В соответствии вышеприведенной схемой базирования и закрепления, выбираем способ крепления пластины винтом с эксцентриком. Это наиболее широко применяемая схема, она более технологична и проста по сравнению с другими, так как обеспечивает поджим к базовым поверхностям, т.е. точное позиционирование пластины в гнезде корпуса.

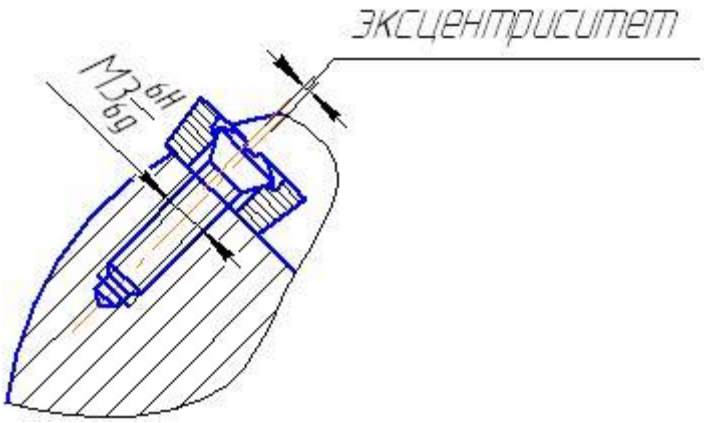


Рисунок 28 – Узел крепления пластины в корпусе фрезы

Расчёт резца на прочность.

Основными критериями выбора резца с механическим креплением режущей пластины является многократное использование державки резца,

постоянство режущих углов и наличие стружколомающих канавок. Возрастает стабильность качества инструмента, обработка производится на высокоточных, жестких, скоростных станках с ЧПУ.

Расчет проходного резца с пластиной из твердого сплава для получистового растачивания детали крышка из стали 09Г2С производится по [1]. Диаметр растачиваемого отверстия 78 мм, припуск на обработку t =1 мм, подача S_0 =0,12 мм/об [6, с129, карта 46], вылет резца l=8 мм.

При проектировании сборных резцов следует учитывать, что основная нагрузка в процессе резания передается на винт крепления пластин из твердого сплава. Винт является слабым лимитирующим звеном конструкции, работает на растяжение под действием растягивающей реактивной силы Q_1. Максимально допустимая составляющая сила резания определяется по формуле:

$$P_{zmax} = 0{,}7Q_1.$$

Сила Q_1 определяется исходя из допустимого напряжения на разрыв винта. Зная силу Q_1 можно определить диаметр винта для крепления пластины из твердого сплава.

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \sigma_в$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi \sigma_в}}$$

Сила резания определяется [5, с. 271] по формуле

$$P_z = C_p \cdot t^X \cdot S^Y \cdot v^n \cdot K_p, \qquad (3.2.2.2)$$

где C_P =300 – постоянная и показатели степени X=1,0; Y=0,75; n= - 0,15 [5, табл.22];

v =250 м/мин – скорость резания [5, с.271, табл.19];

t – длина лезвия пластины;

K_p – поправочный коэффициент учитывающий механические свойства материала, определяется по формуле:

$$K_p = K_{мр} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \qquad (3.2.2.3)$$

где $K_{мр}$ −коэффициент для стали [5, с.264, табл.9], учитывающий влияние физико – механических свойств обрабатываемого материала на силовые зависимости.

$K_{\varphi p} = 0{,}89$ [5, с.275, табл.23], при главном угле в плане φ=80º;

$К_{\gamma р}$ =1,1 при переднем угле γ=0°;

$К_{\lambda р}$ =1 при угле наклона главного лезвия λ=0º;

$К_{γр}$ =0,87 при радиусе вершины пластины γ=0,4 мм.

$$K_\rho = 0{,}89 \cdot 1{,}1 \cdot 1 \cdot 0{,}87 = 0{,}85,$$

$$P_z = 300 \cdot 1^1 \cdot 0{,}12^{0{,}75} \cdot 230^{-0{,}15} \cdot 0{,}85 = 230\ H,$$

$$Q_1 = \frac{P_Z}{0{,}7}, \qquad (3.2.2.4)$$

$$Q_1 = \frac{230}{0{,}7} = 328{,}6\ кгс$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 328{,}6}{3{,}14 \cdot 49}} = 2{,}92\ мм$$

Принимается диаметр винта М3х0,5.

В качестве материала для корпуса резца используется углеродистая сталь 45, [5, с.129, табл. 3.4], с допустимым напряжением на изгиб $[\sigma_{изг.}] = 55$ Н/мм^2.

При выборе формы сечения предпочтение отдадим прямоугольной форме. Ширина, высота поперечного сечения определяется по формуле:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot P_Z \cdot l}{2{,}56 \cdot \sigma_{изг}}}, \qquad (3.2.2.5)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 230 \cdot 8}{2{,}56 \cdot 55}} = 6{,}28\ мм.$$

Выбирается ближайшее большее сечение b=10мм. Руководствуясь приведенными соотношениями, получим высоту корпуса резца h=1,6·10=16 мм. Принимаем h=16 мм.

Корпус резца проверяется на прочность и жесткость.

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца определяется по формуле

$$P_{Z_{доп}} = \frac{b^3}{6}\sigma_{изг}, \qquad (3.2.2.6)$$

$$P_{Z_{доп}} = \frac{10^3}{6} \cdot 55 = 9167\ Н.$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца определяется по формуле:

$$P_{Z_{жес}} = \frac{fEJ}{l^3}, \qquad (3.2.2.7)$$

где – $f = 0{,}1$ мм – допускаемая стрела прогиба резца при черновом точении;

$E = 2 \cdot 10^5$ Н/мм^2 – модуль упругости материала державки резца;

J – момент инерции державки квадратного сечения, определяется по формуле:

$$J = \frac{b^3}{12}, \qquad (3.2.2.8)$$

$$J = \frac{10^3}{12} = 83{,}33\ мм^4$$

$$P_{Z_{жес}} = \frac{0{,}1 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 83{,}33}{8^3} = 16275\ Н.$$

Резец обладает достаточной жесткостью и прочностью при условии:

$$P_{Z_{доп.}} > P_Z < P_{Z_{жес.}}$$

9167>203<16275

Прочность и жесткость державки сборного резца при выбранном сечении обеспечена.

3.3 Описание контрольного приспособления

Контрольное приспособление предназначено для контроля параллельности плоскости Б относительно плоскости А.

Проверяемая деталь устанавливается на диск поверхностью А, относительно которой будет проводиться проверка параллельности.

Диск закреплен тремя болтами с корпусом. Через контролируемую деталь, диск и корпус установлен шток, который садится на упорный подшипник и крепится к основанию, принимая неподвижное положение.

Корпус устанавливается на радиально – упорный подшипник, за счет подшипника корпус вместе с диском и контролируемой деталью вращаются вокруг штока вручную с помощью рукоятки. На плите закреплена стойка с измерительной головкой, с точностью 0,01 мм, измерительная головка подводится к измеряемой поверхности и настраивается на нулевую отметку.

При вращении детали, с контролируемой поверхности снимаются показания измерительной головкой.

Приспособление для контроля параллельности представлено на рисунке 29.

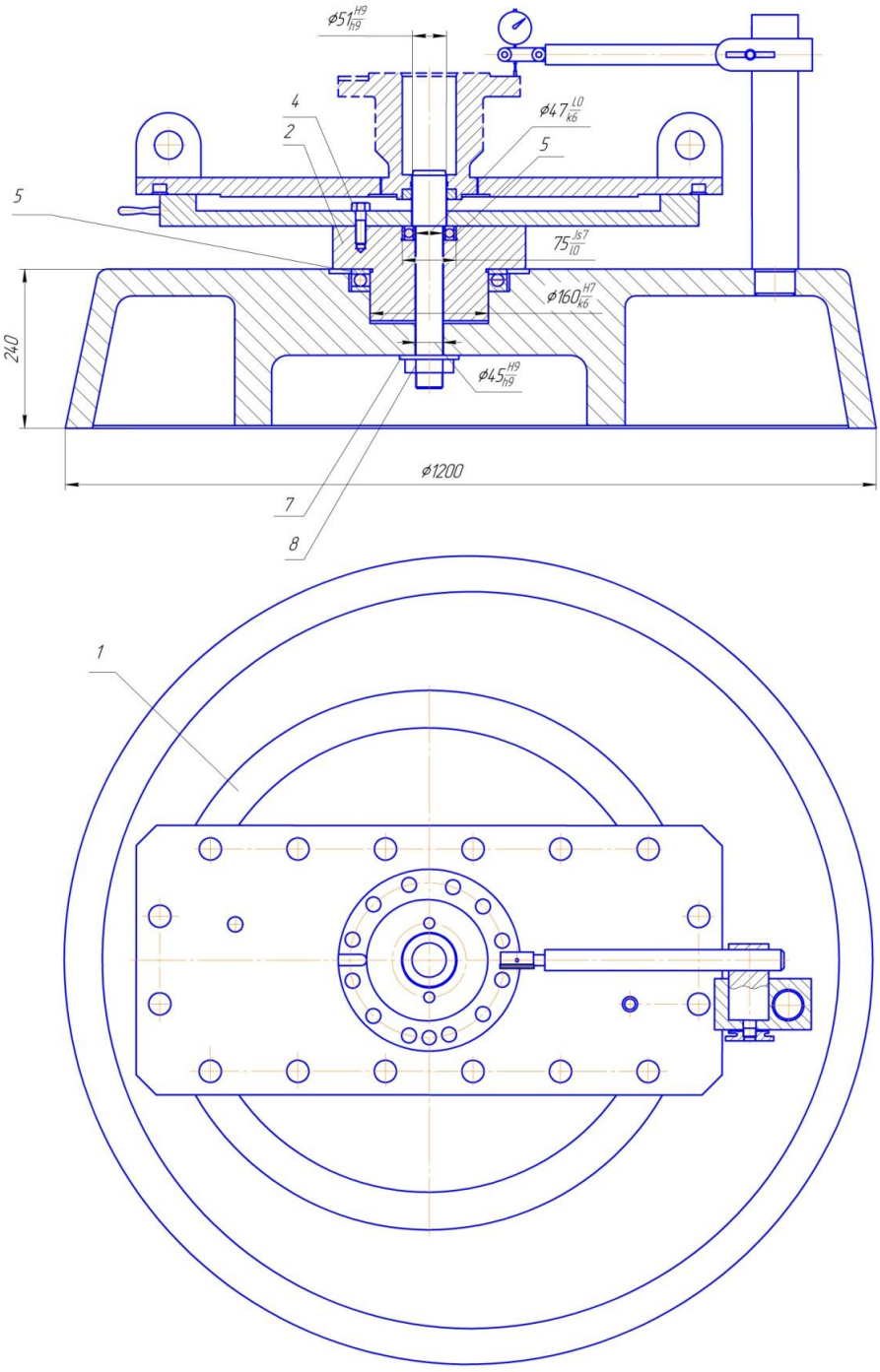


Рисунок 29 – Контрольное приспособление