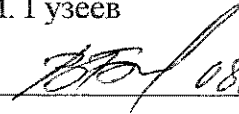


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Заочный Инженерно-Экономический факультет
Кафедра «Технология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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
В. И. Гузеев


08.06.2016 г.

«Проектирование участка механической обработки деталей задвижки
запорной с разработкой конструкторско-технологического оснащения»

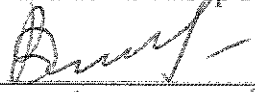
ПОЯНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР

Консультанты

И.О. Ф.


2016 г.

Руководитель проекта профессор
Шаламов Виктор Георгиевич



06. июня 2016 г.

Автор проекта
студент группы КТО-518
Денисов Вячеслав Евгеньевич



Нормоконтролер

Д.А. Волков

6 июня 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. Гусев
« ___ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Денисова Вячеслава Евгеньевича

Группа ЗФ – 518

1 Тема работы: Проектирование участка механической обработки деталей задвижки запорной с разработкой конструкторско-технологического оснащения, утверждена приказом по университету от «15» _____ 04. 2016 г. № 661

2 Срок сдачи студентом законченной работы: _____

3 Исходные данные к работе:

3.1 Чертеж детали Корпус MKTS–200.25.02.001

3.2 Годовая программа 3600 шт.

3.3 Режим работы – односменный.

3.4 Материалы производственной практики и курсовых проектов по дисциплинам: режущий инструмент, оборудование машиностроительных производств, технология машиностроения и автоматизация производственных процессов в машиностроении.

3.5 Техническая литература.

4 Содержание расчетно-пояснительной записки:

Аннотация

Содержание

Введение

1 Общая часть

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла «Задвижка запорная» МКТС–200.25

1.2 Служебное назначение детали «Корпус» МКТС–200.25.02.001 и технические требования, предъявляемые к ней

1.3 Описание и анализ современных действующих производств, как отечественных и зарубежных

2 Технологическая часть

2.1 Анализ технологичности детали

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Размерный анализ действующего техпроцесса

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

2.2.3 Анализ документации действующего техпроцесса

Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса, постановка цели и задач работы

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 с учетом всех деталей обрабатываемых на участке

2.4 Описание планировки участка

Выводы по разделу

3 Конструкторская часть

3.1 Проектирование станочного приспособления для обработки наклонных поверхностей фрезерованием

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Расточная оправка для обработки отверстия диаметром 175 мм

3.2.2 Сверло зенковка для обработки отверстия диаметром 24 мм

3.3 Описание работы контрольного приспособления

Заключение и выводы

Список литературы

Приложение (технологический процесс)

5. Перечень графического материала

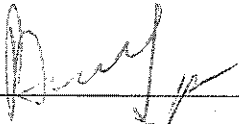
1. Деталь	1 л
2. Заготовка	1 л
3. Сравнение техпроцессов	2 л
4. РТК	1 л
5. Станочное приспособление	1 л
6. Контрольное приспособление	1 л
7. Режущий инструмент	2 л
8. Планировка участка	1 л

Всего: 10 листов ф. А1

6. Альбом технологической документации:

- технологический процесс.

7. Дата выдачи задания « 1 » 02 2016 г.

Руководитель работы  / В.Г. Шаламов /

Задание принял к исполнению  / В.Е. Денисов /

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	<i>В.И. Гузеев</i>
1.2.	Технологическая часть	14.03.2016	<i>В.И. Гузеев</i>
1.3.	Конструкторская часть	04.04.2016	<i>В.И. Гузеев</i>
1.4.	Оформление материалов ПЗ	02.05.2016	<i>В.И. Гузеев</i>
2.	Графическая часть	18.04.2016	<i>В.И. Гузеев</i>
3.	Оформление техпроцесса	04.04.2016	<i>В.И. Гузеев</i>
4.	Окончательное оформление работы	02.06.2016	<i>В.И. Гузеев</i>
5.	Рецензирование работы	02.06.2016	
6.	Сдача проекта на защиту	08.06.2016	<i>В.И. Гузеев</i>

Заведующий кафедрой _____ *В.И. Гузеев* / В.И. Гузеев/

Руководитель работы _____ *В.Г. Шаламов* / В.Г. Шаламов/

Студент _____ *В.Е. Денисов* / В.Е. Денисов/





АННОТАЦИЯ

Денисов В.Е. Разработка технологии и участка механической обработки деталей задвижки запорной МКТС-200.25 – Челябинск: ЮУрГУ, ЗИЭФ; 2016, 85 с., 44 илл., 11 табл., библиографический список – 10 наим., 10 листов чертежей ф. А1, 17 листов карт техпроцесса

Целью проекта является разработка эффективной технологии, обеспечивающей требуемое качество детали с минимальной себестоимостью изготовления, и участка механической обработки группы деталей.

В результате анализа действующего технологического процесса выработаны предложения по разработке проектного технологического процесса; разработан возможный вариант технологического процесса; выбрано основное технологическое оборудование; спроектировано станочное приспособление и режущий инструмент для операции комплексной на ОЦ с ЧПУ; рассчитаны режимы резания и нормы времени; рассчитано необходимое количество технологического оборудования; разработана планировка участка механической обработки.

При разработке технологического процесса были учтены технологические возможности современного оборудования с числовым программным управлением и современного режущего инструмента.

<i>151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Илон.</i>	<i>Дата</i>	
<i>Разраб.</i>		Денисов В.Е.			
<i>Пров.</i>		Шаламов В.Г.			
<i>Н.контр.</i>		Волков Д.А.		6.06.16	
<i>Упр.</i>		Гузев В.И.			
Разработка технологии и участка механической обработки деталей задвижки запорной МКТС-200.25					
			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
			Д	6	85
ЮУрГУ Кафедра Технология машиностроения					

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	8
1 Общая часть.....	9
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла «Задвижка запорная» МКТС-200.25	9
1.2 Служебное назначение детали «Корпус» МКТС-200.25.02.001 и технические требования, предъявляемые к ней.....	9
1.3 Описание и анализ современных действующих производств, как отечественных и зарубежных	12
2 Технологическая часть	15
2.1 Анализ технологичности детали	15
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	16
2.2.1 Размерный анализ действующего техпроцесса	17
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	20
2.2.3 Анализ документации действующего техпроцесса.....	33
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	37
2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса	37
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	37
2.3.3 Выбор исходной заготовки	39
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса	41
2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.....	44
2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени.....	48
2.3.7 Расчет потребного количества оборудования с учетом всех деталей, обрабатываемых на участке.....	60
2.4 Описание планировки участка.....	62
3 Конструкторская часть	64
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	64
3.2 Проектирование режущего инструмента	77
3.2.1 Расточная оправка для обработки отверстия диаметром 175 мм	77

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		6

3.2.2	Сверло-зенковка для обработки отверстия диаметром 24 мм	79
3.3	Описание работы контрольного приспособления.....	80
3.3.1	Выбор измерительной системы и наконечников.....	82
	Заключение	85
	Библиографический список	86

ВВЕДЕНИЕ

Развитие машиностроения базируется на совершенствовании и интенсификации производства, изменении его организации и технологии, выявления путей роста производительности труда и эффективности производства.

Развитию народного хозяйства надо придать такое ускорение, которое обеспечит выход его на высокие рубежи. В последнее время машиностроительный комплекс приобретает такие качества, как гибкость и экономичность, высокий уровень автоматизации производственных процессов и минимальный расход топлива, энергии и сырья. Автоматизация производства – это этап развития машинного производства, характеризующийся передачей функций управления производственными процессами от человека устройствам и системам автоматического управления.

Целью проекта является повышение производительности, снижение трудоемкости и снижение себестоимости механической обработки деталей «Задвижки запорной MKTS 200.25» в условиях автоматизированного производства на современном оборудовании с применением современного инструмента, а также разработка автоматизированного участка производства.

Задачей проектирования технологического процесса детали «Корпус MKTS-200.25.02.001» является определение такой последовательности механической обработки, при которой наиболее полно используется возможности станочного оборудования, приспособлений и режущих инструментов, а также изготовление детали с наименьшими материальными затратами в условиях серийного производства.

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		8

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Назначение, условия эксплуатации и описание узла «Задвижка запорная»
МКТС-200.25

Запорные задвижки применяются для полного перекрытия потока рабочей среды, а также в качестве запорных устройств на технологических линиях нефтегазодобывающей и нефтегазоперерабатывающей промышленности, энергетики и коммунального хозяйства. Запорные задвижки эксплуатируются в средах, поэтому к ним предъявляются требования по надежности и герметичности сборочного узла. Сборочный чертеж запорной задвижки МКТС-200.25 представлен на рисунке 1. См. заголовок. Где описание узла?

Для проверки узла на герметичность производится его испытания. Для повышения коррозионной стойкости производится подготовка поверхностей деталей, входящих в узел и их последующая покраска. Для обеспечения бесперебойной работы узла устанавливаются ограничения по рабочему давлению жидкости.

Служебное назначение детали «Корпус» МКТС-200.25.02.001 и технические требования, предъявляемые к ней

Деталь «Корпус» МКТС-200.25.02.001, изображенная на рисунке 2, является основным центральным элементом запорной задвижки МКТС-200.25. Деталь «Корпус» МКТС-200.25.02.001 является телом вращения с перпендикулярными отверстиями, лысками и присоединительным фланцем для крепления болтами. (к чему?)

Корпус служит для размещения в ней запорных элементов, обеспечивающих высокую плотность соединения и герметичность узла.

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		9

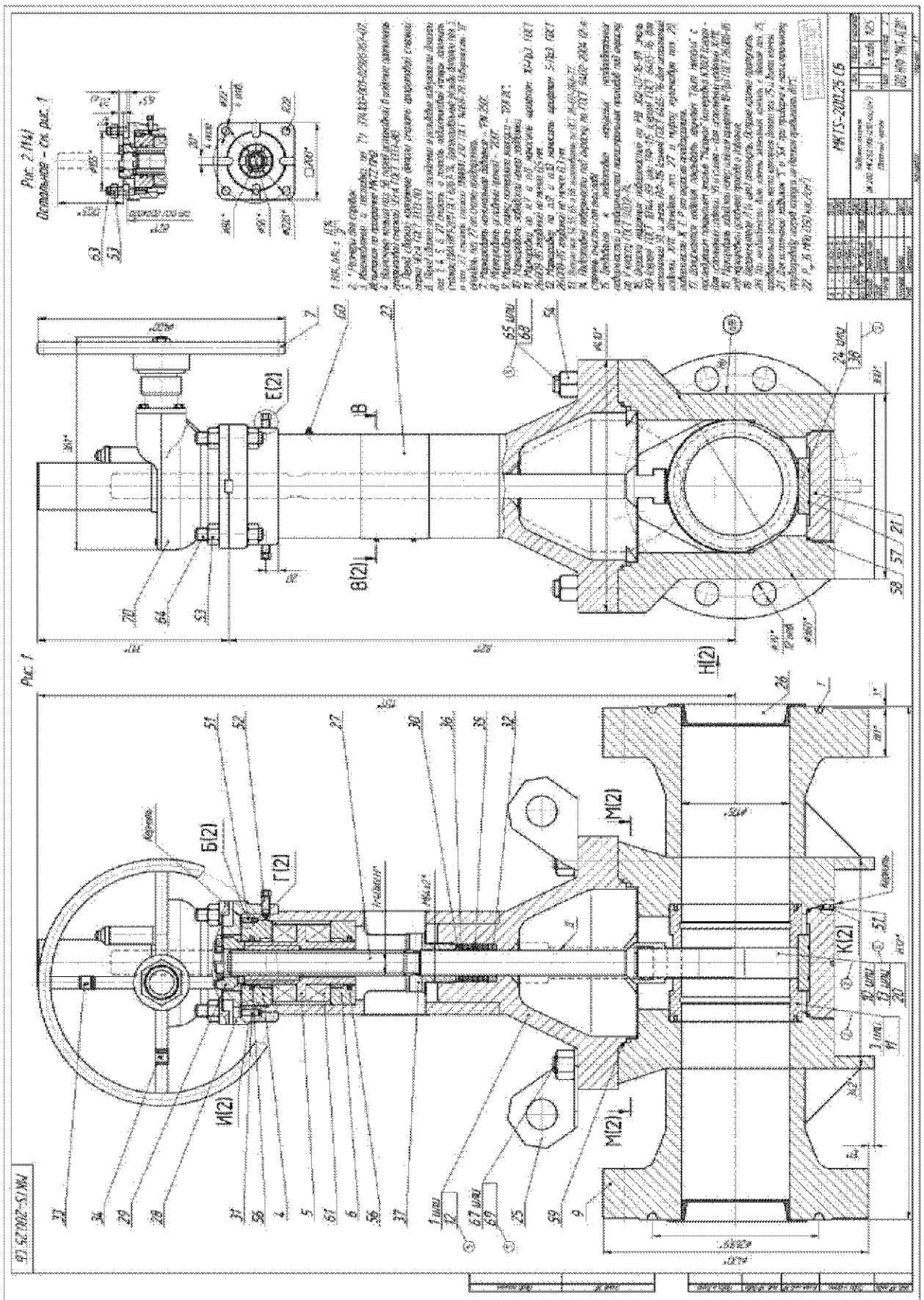


Рисунок 1 – Сборочный чертеж узла «Задвижка запорная»

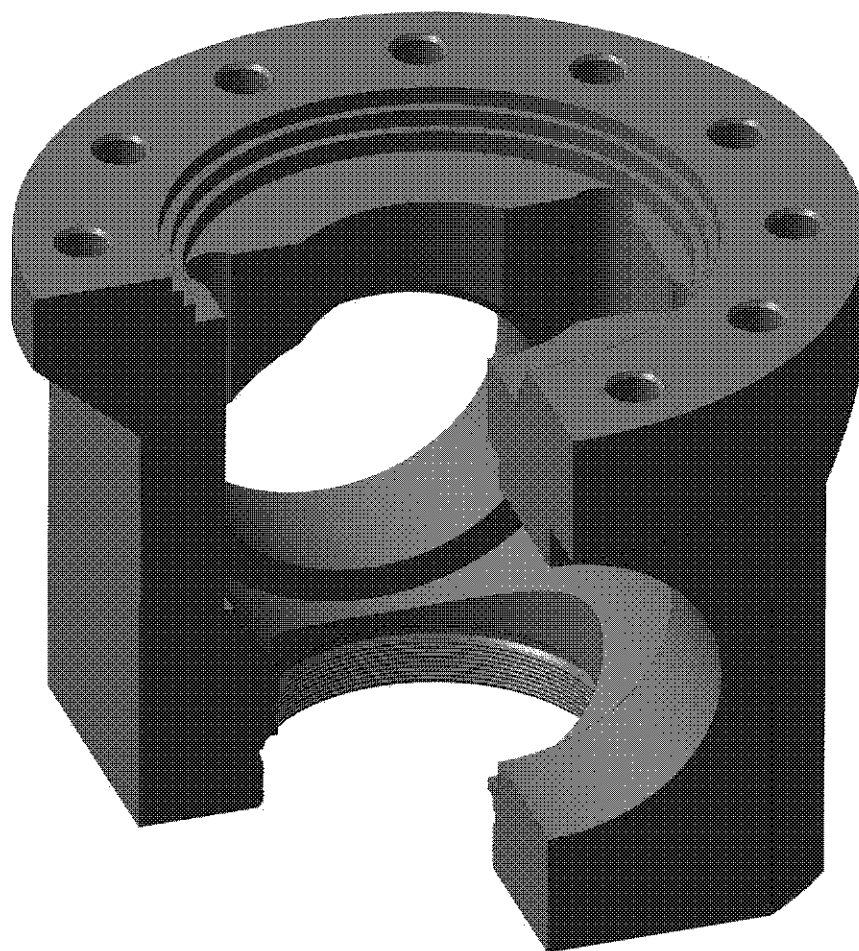
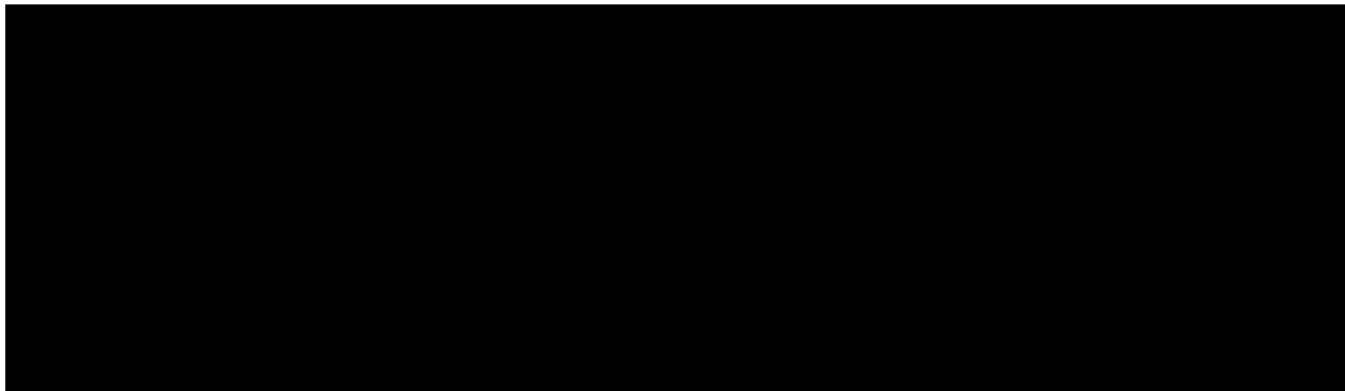


Рисунок 2 – 3D модель детали «КорпусМК TS-200.25.02.001»

Для обеспечения герметичности соединений предъявляются высокие требования по точности изготовления посадочных отверстий и жесткие технические требования к взаимному расположению поверхностей, такие как допуск перпендикулярности 0,1 мм, допуск пересечения осей отверстий 0,1 мм, а также комплексное требование – радиальное биение 0,1 мм. Данные требования к детали указаны на чертеже, приведенном на рисунке 3. Наиболее точным размером является размер $\text{Ø}270\text{H}9$ мм, также точными размерами являются размеры $\text{Ø}160\text{H}11$ мм, $\text{Ø}214\text{H}11$ мм, $\text{Ø}258\text{H}11$ мм.

Для выполнения фрезерной обработки компания РПМ применяет станки с мощными микропроцессорными системами управления технологическим процессом. Станки с компьютерными системами управления выполняют фрезерную обработку, сопровождаемую наименьшими энергозатратами, за счет чего, уменьшается стоимость выпускаемой продукции.



- Производство корпусных деталей компанией ООО ТД "Техно-М" (г. Москва).

Завод специализируется на изготовлении корпусных деталей любых типоразмеров и стандартных форм, либо по индивидуальным требованиям и эскизам заказчика, из материалов заказчика. Вся продукция соответствует установленным в нашей стране требованиям государственных стандартов, характеризуется безупречностью и точностью исполнения. Столь высокий уровень качества изготовления корпусов обеспечивается за счет:

- использования при их производстве современного высокоточного оборудования и передовых технологий обработки металла;
- жесткого отбора металла и заготовок;
- строгого контроля за выполнением всех технологических операций.

HAITIMACORPORATION – один из самых известных производителей запорной арматуры, а также средств автоматизации управления ими при эксплуатации. Компания была основана в 1984 году в Тайване. На сегодняшний день состав HaitimaCorporation входят: 2 завода в Тайване, 1 завод в Китае и 1 завод на Филиппинах, кроме того склады и представительства в Канаде и Нидерландах. Одним из принципов компании является применение новейшего

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		13

оборудования разработанного в Тайване. При производстве деталей типа «корпус» используются универсальные станки, токарные станки с ЧПУ и фрезерные станки с ЧПУ производства исключительно Тайваньских фирм:

- FEELER – один из крупнейших производителей станков с ЧПУ в Тайване, выпускающий оборудование высочайшего уровня, которое отлично зарекомендовало себя по всему миру;
- LICO – производитель уникальных токарных станков для высокопроизводительной обработки прутка, не имеющих аналогов в мире;
- TOP-WORK – номер 6 в мире по производству заточных станков с ЧПУ, в том числе с автоматической загрузкой/выгрузкой деталей;
- E-TECH – станки с уникальными характеристиками по точности получаемых размеров деталей и по шероховатости обработанной поверхности;
- GOOSAN – выпускает универсальные токарно-винторезные станки, токарные станки с УЦИ и с цикловым управлением.

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		14

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Анализ технологичности детали

Технологичность детали может оцениваться по количественным показателям, определяющим экономические затраты на производство, и по качественным показателям, которые позволяют описать конструкцию детали словами «технологична – нетехнологична»[1].

Будем оценивать технологичность детали по качественным показателям, так как в данном проекте не рассматриваются экономические показатели. По качественным показателям деталь должна удовлетворять следующим требованиям:

- унифицированность элементов детали (резьбы, канавки, диаметры, шпоночные пазы и т.д.);
- доступность поверхностей детали для обработки;
- наличие труднообрабатываемых поверхностей детали (глубокие глухие отверстия и др.);
- возможность совмещения конструкторских и технологических баз;
- 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 «Корпус» на технологичность, результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оработка конструкции детали на технологичность

Критерий оценки	Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
Унифицированность элементов детали	Диаметры отверстий унифицированы	Технологична
Простота формы детали	Деталь имеет наклонные поверхности	Нетехнологична

Окончание таблицы 1

Критерий оценки	Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
Доступность поверхностей детали для обработки	Все поверхности детали доступны для обработки	Технологична
Наличие труднообрабатываемых поверхностей детали	Имеются поверхности, для которых необходимо применение специальной оснастки	Нетехнологична
Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Возможно совмещать конструкторские и технологические базы	Технологична
Обеспечение конструкцией детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Конструкция детали позволяет обеспечить, нормальны подвод и отвод режущего инструмента	Технологична
Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании	Возможно достичь требуемую шероховатость поверхности детали, не применяя специального оборудования	Технологична
Возможность обработки детали универсальным режущим инструментом	Применение специального режущего инструмента не требуется	Технологична

Как видно из таблицы 1 деталь является не технологичной по критериям простоты формы детали, так как имеет наклонную плоскость; наличия труднообрабатываемых поверхностей, так как имеются поверхности, для которых необходимо применение специальной оснастки (Ø214Н1 1мм).

Анализ конструкции детали на технологичность показал, что по 6 из 8 критериев является технологичной, следовательно, и в целом конструкция детали «Корпус»МКТS-200.25.02.001 является технологичной.

Анализ действующего технологического процесса

Размерный анализ действующего техпроцесса

Размерный анализ действующего технологического процесса проводится для:

- проверки выполняемости замыкающих звеньев;
- расчета фактических значений припусков.

Произведем проверочный расчет для одной проекции детали, схема размерной цепи представлена на рисунке 4, для этого составим уравнения замыкающих звеньев, при составлении уравнений увеличивающее звено берем с положительным, а уменьшающее звено отрицательным [2]:

$$[17_18] = (17_107) - (107_18); \quad (1)$$

$$[107_108] = (107_18) - (18_108). \quad (2)$$

При решении проверочного расчета произведем расчет уравнений 1 и 2. Для определения верхнего отклонения замыкающего звена необходимо из верхнего отклонения увеличивающего звена вычесть нижнее отклонение уменьшающего звена, для определения нижнего отклонения замыкающего звена необходимо из нижнего отклонения увеличивающего звена вычесть верхнее отклонение уменьшающего звена.

Уравнение 1:

$$[17_18] = 357 \pm 2 - 352,5_{-1,4} = \quad \text{мм.}$$

Определим минимальный необходимый припуск, обеспечивающий съем металла, без появления черноты:

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

где Rz – шероховатость поверхности с предшествующего перехода (для ленточно-отрезной операции $Rz = 160$ мкм);

Df – дефектный слой поверхности с предшествующего перехода ($Df = 150$ мкм).

$$[17_18]_{\min \text{ необх.}} = 0,16 + 0,15 = 0,31 \text{ мм.}$$

					ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		17

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		18

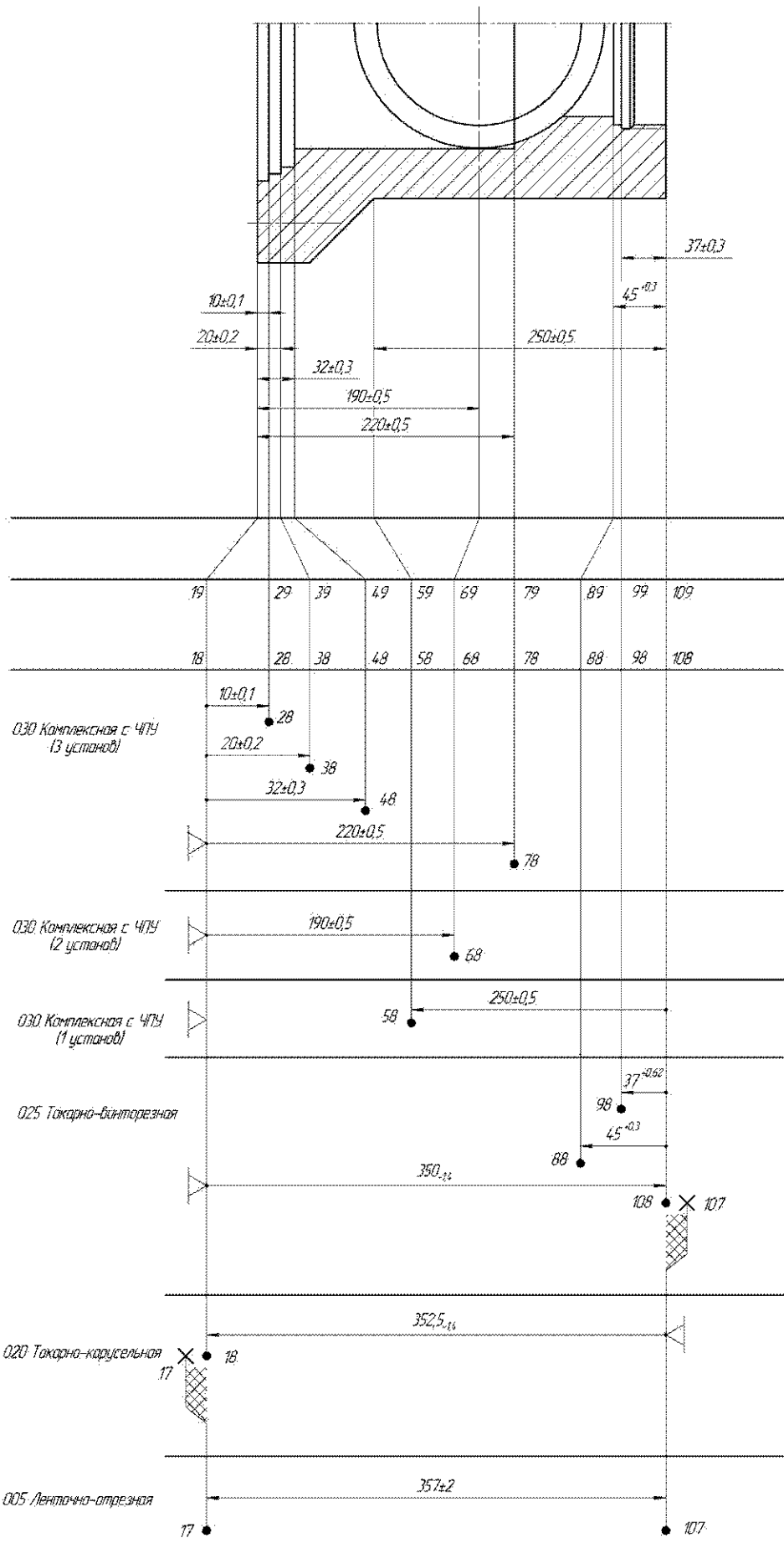


Рисунок 4 – Схема размерной цепи

Определим минимальный и максимальный припуски, полученные из уравнения размерной цепи:

$$[17_18]_{\text{минрасч.}} = 4,5 - 2 = 2,5 \text{ мм};$$

$$[17_18]_{\text{макрасч.}} = 4,5 + 3,4 = 7,9 \text{ мм}.$$

Сравнив значения минимального необходимого припуска с минимальным припуском, рассчитанным из уравнения размерной цепи, можем сделать вывод, что припуск завышен на 2,19 мм.

Уравнение 2:

$$[107_108] = 352,5_{-1,4} - 350_{-1,4} = 2,5 \pm 1,4 \text{ мм}.$$

Определим минимальный необходимый припуск, обеспечивающий съем металла, без появления черноты:

$$[107_108]_{\text{миннеобх.}} = 0,16 + 0,15 = 0,31 \text{ мм}.$$

Определим минимальный и максимальный припуски, полученные из уравнения размерной цепи:

$$[107_108]_{\text{минрасч.}} = 2,5 - 1,4 = 1,1 \text{ мм};$$

$$[107_108]_{\text{макрасч.}} = 2,5 + 1,4 = 3,9 \text{ мм}.$$

Сравнив значения минимального необходимого припуска с минимальным припуском, рассчитанным из уравнения размерной цепи, можем сделать вывод, что припуск завышен на 0,79 мм.

Размерный анализ показал, что все заданные конструкторские размеры выполняются непосредственно в ходе технологического процесса, а также показал, что фактические припуски завышены относительно минимальных необходимых.

Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

В данном технологическом процессе применяется 3 вида основного металлорежущего оборудования:

- токарно-карусельный станок 1E516ПФ2И;
- токарно-винторезный станок;
- горизонтально-расточной обрабатывающий центр с ЧПУ WHN110Q.

На операции 020 токарно-карусельной применяется токарно-карусельный одностоечный станок 1Е516ПФ2И, изображенный на рисунке 5.

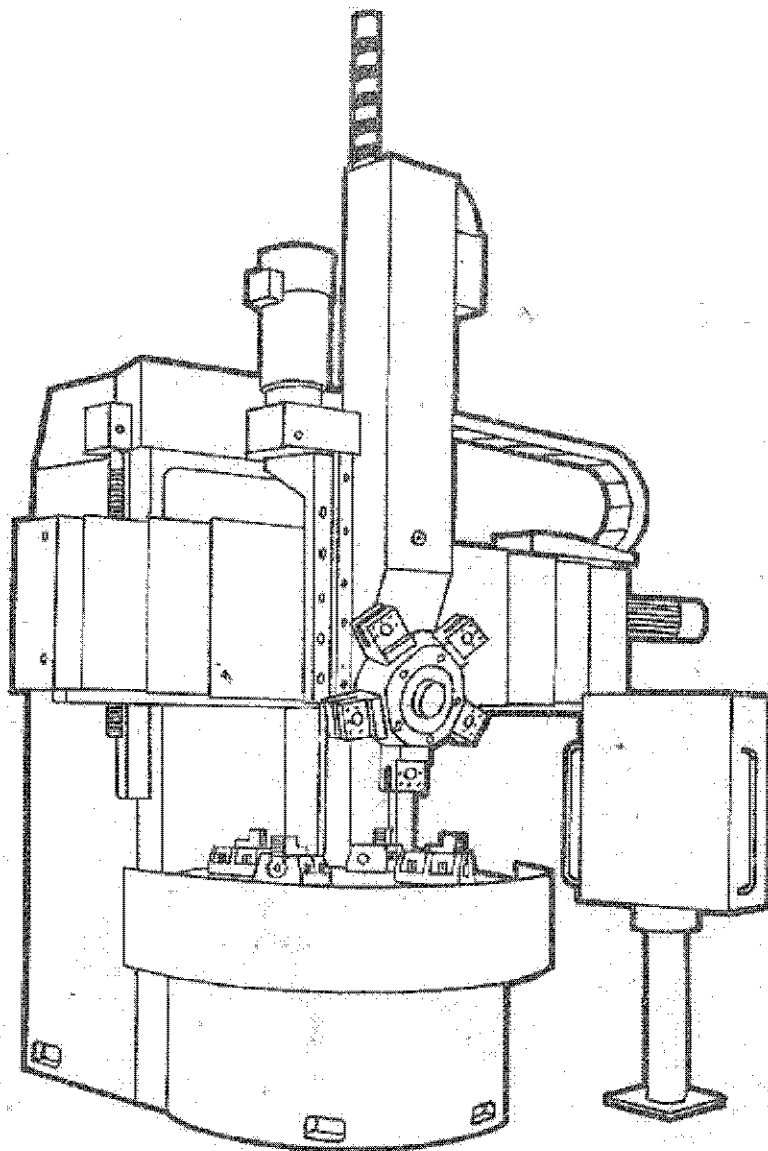


Рисунок 5 – Токарно-карусельный одностоечный станок 1Е516ПФ2И

Основные технические характеристики приведены станка 1Е516ПФ2 в таблице 2.

Применение данного станка для 020 операции является рациональным, так как все технологические возможности оборудования используются при выполнении операции 020.

Таблица 2 – Основные технические характеристики 1Е516ПФ2

Параметр	Значение
Наибольший диаметробрабатываемой заготовки, мм	1600
Наибольшая высота обрабатываемой заготовки, мм	1000
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	10000
Диаметр планшайбы, мм	1400
Диаметр центрирующего отверстия, мм	260
Ширина пазов в планшайбе, мм	28
Наибольшая высота сечения резца, мм	40
Наибольшее горизонтальное перемещение суппорта, мм	950
Наибольшее вертикальное перемещение суппорта, мм	700

На операции 025 токарно-винторезной применяется токарно-винторезный станок CWA61100, который является аналогом станка 1М65 (рисунок 6).

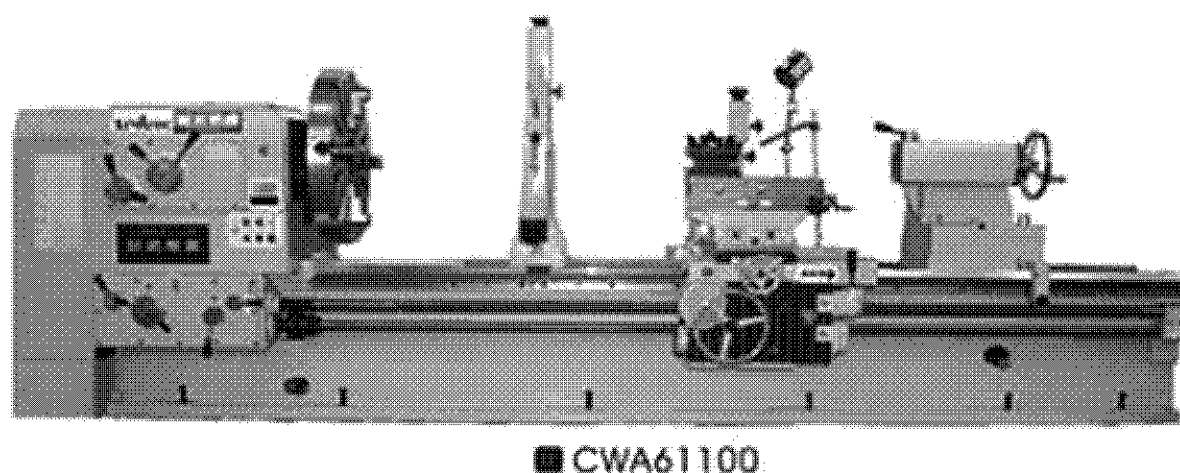


Рисунок 6 – Токарно-винторезный станок CWA61100

Основные технические характеристики станка CWA61100 приведены в таблице 3.

Применение данного станка для 025 операции является рациональным, так как все технологические возможности оборудования используются при выполнении операции 025.

Таблица 3 – Основные технические характеристики CWA61100

Параметр	Значение
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, мм	1030
Наибольший диаметр обрабатываемой детали над суппортом, мм	720
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	4000
Наибольшая высота сечения державки резца, мм	32
Наибольшее поперечное перемещения суппорта, мм	600
Наибольшее продольное перемещение суппорта	3000

На операции 030 комплексной с ЧПУ применяется горизонтально-расточной обрабатывающий центр с ЧПУ WHN110Q, приведенный на рисунке 7.

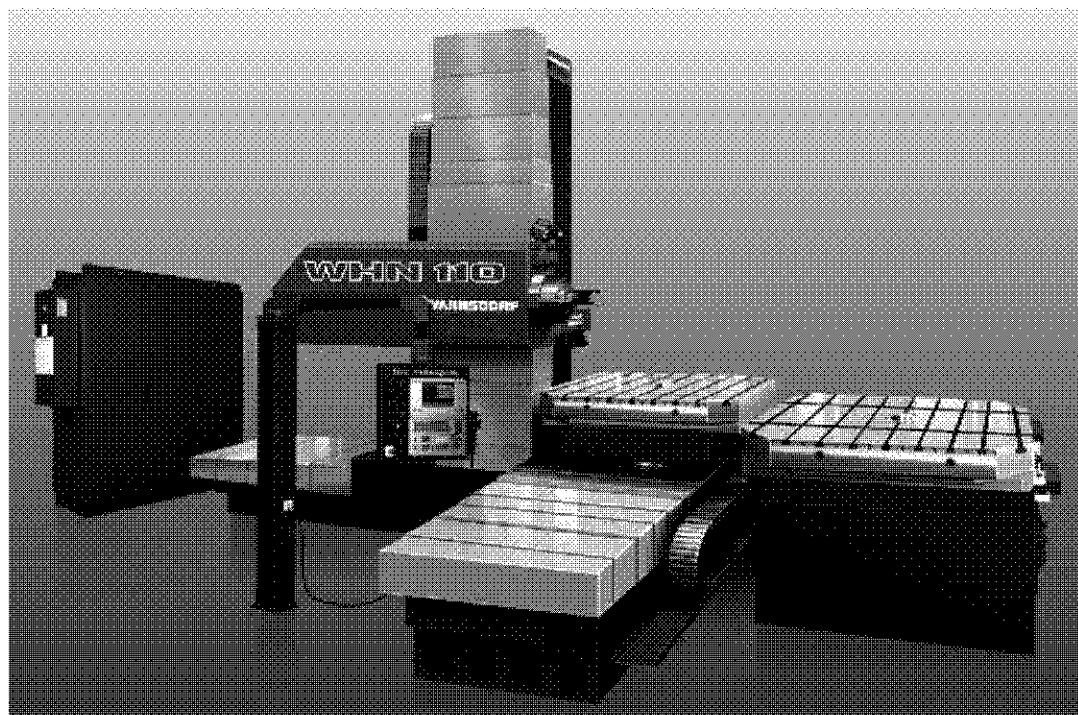


Рисунок 7 – Горизонтально-расточной обрабатывающий центр с ЧПУ WHN110Q

Основные технические характеристики станка WHN110Q приведены в таблице 4.

Применение данного оборудование не весьма эффективно, так как для выполнения операции 030 необходимо использование 2-х приспособлений.

Таблица 4 – Основные технические характеристики станка WHN110Q

Параметр	Значение
Диаметр рабочего шпинделя, мм	112
Наименьшая частота вращения шпинделя, об/мин	10
Наибольшая частота вращения шпинделя, об/мин	2800
Наибольшее выдвижение шпинделя, мм	710
Наибольшее вертикальное перемещения шпинделя, мм	1400
Наибольшее горизонтальное перемещение стола, мм	1000
Размер паллет, мм	1250x1400

Рассмотрим применяемый режущий инструмент.

В данном технологическом процессе применяются следующий режущий инструмент.

На операции 020 токарно-карусельной применяется следующий режущий инструмент:

- резец PCLNL 3232 M19, пластина CNMG190616;
- сверло 2301-0188 ГОСТ 10903-77;
- резец PDJNR 2525M15, пластина DNMG 150608-DR.

На операции 025 токарно-винторезной применяется следующий режущий инструмент:

- резец 2101-0014 T5K10 ГОСТ 18879-73;
- резец 2660-0005 3 T5K10 ГОСТ 18885-73.

На операции 030 комплексной с ЧПУ применяется следующий режущий инструмент:

- фреза FMR04-125-B40-RD20-06, пластина RDKW2006 MO;
- сверло 880-D5800L40-02, пластина 880-09 06 08H-C-LM;
- фреза SMP03-125x16-B32-MP12-10, пластина MPHT120408-DM;
- резец R300.M.216-CC12, пластина CCMT120404-HM;
- фреза FMR02-063-A22-RC12-04, пластина RCKT1204MO-DM;

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		24

- фреза EMP02-050-A22-AP16-05, пластина APKT160408-PM;
- фреза EMP01-040-XP32-AP16-04, пластина APKT160408-PM;
- фреза R215.64.12A20-6012, пластина SPMT09T308-WL;
- сверло 802D-24, пластина SCET070308-UD;
- зенковка 2353-0124 ГОСТ 14953-80;
- фреза MTSR 0021 H21, пластина MT 21 I 3,00 IC908;
- сверло 805D-30-150-S3, пластина SCET070308-UD;
- фреза BMR03-032-G32-XL, пластина XPHT32R1606-GM.

В контрольной работе подробно рассмотрим 10 различных используемых режущих инструментов.

Резец PCLNL 3232 M19 (рисунок 8) – державка с рычажным креплением для 80° негативных ромбических пластин.

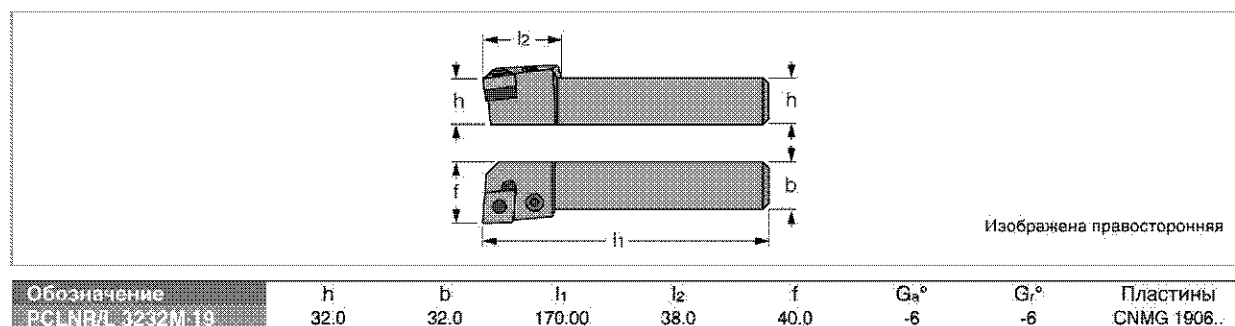
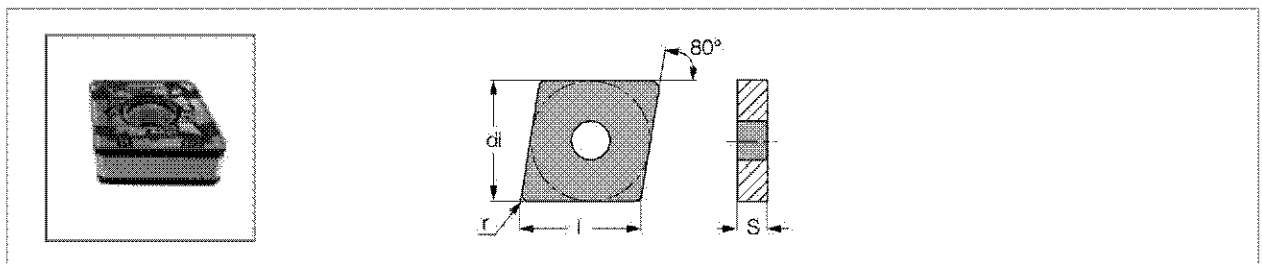


Рисунок 8 – Резец PCLNL 3232 M19

Пластина CNMG190616 (рисунок 9) – двухсторонняя 80° ромбическая пластина для обработки в тяжелых черновых режимах.

Данный резец эффективно применять для черновой (снятие большого количества металла) и общей обработки (получение 12-10 качества) заготовок. Так же резец возможно эффективно применять для различных материалов, так как державка резца подходит для трех различных видов пластин.

Сверло 2301-0188 ГОСТ 10903-77, показанное на рисунке 10 – сверло спиральное с коническим хвостовиком, применяется для сверления отверстий в сплошном металле или для рассверливания отверстий меньшего диаметра.



Обозначение	Параметры				Прочный ← Твердый								Рекомендованные режимы:				
	l	di	S	r	IC302B	IC8350	IC8250	IC8015	IC8150	IC8025	IC428	IC5010	IC5005	IC807	IC907	ap (мм)	f (мм/об)
CNMG 190616-NR	19.30	19.05	6.35	1.60	●	●	●		●					●	●	4.00-10.00	0.40-0.85

Рисунок 9 – Пластина CNMG190616

Такие сверла значительно уступают в стойкости современным сверлам как цельным так и со сменными пластинами, а следовательно чаще требуется их переточка.

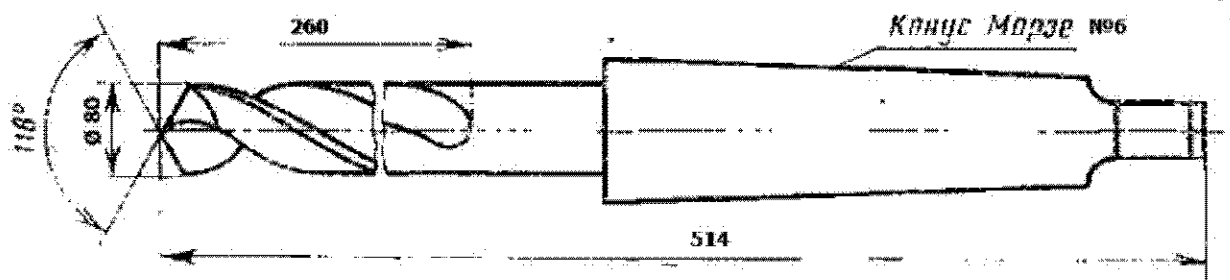


Рисунок 10 – Сверло 2301-0188 ГОСТ 10903-77

Резец PDJNR 2525M15, показанный на рисунке 11 – державка с рычажным креплением 55° негативных ромбических пластин.

Обозначение	h	b	l1	l2	f	Ga°	Gf°	Пластины
PDJNR/L 2525M-15	25.0	25.0	150.00	34.0	32.0	-6	-6	DNMG 1506

Рисунок 11 – Резец PDJNR 2525M15

Пластина DNMG 150608-DR, показанная на рисунке 12 – двухсторонняя 55° ромбическая пластина для общей обработки.

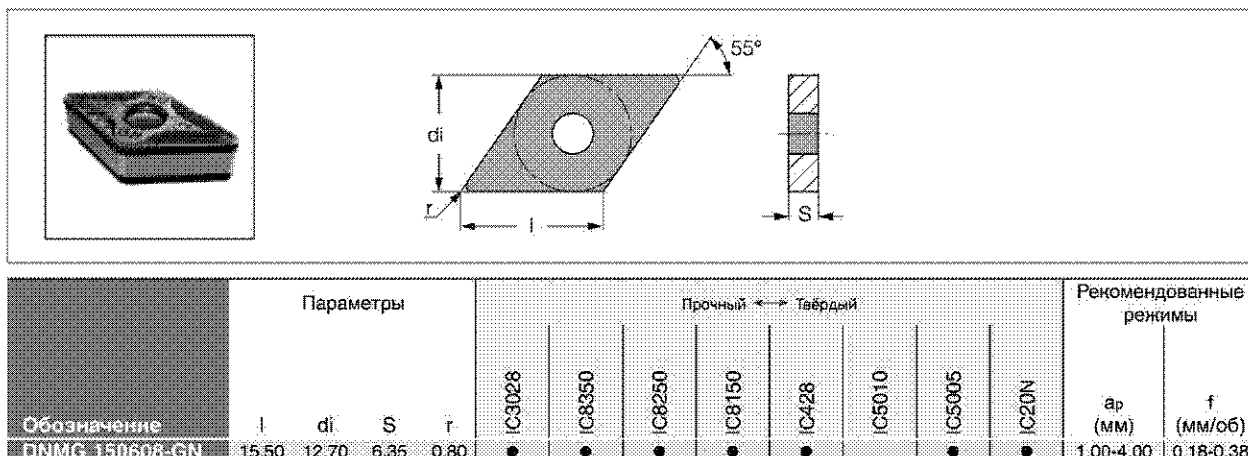


Рисунок 12 – Пластина DNMG 150608-DR

Данный резец эффективно применять для черновой (снятие большого количества металла) и общей обработки (получение 12-10 качества) заготовок. Так же резец возможно эффективно применять для различных материалов, так как державка резца подходит для различных видов пластин.

Резец 2101-0014 Т5К10 ГОСТ 18879-73 (рисунок 13) – является токарным проходным упорным с напайными пластинами из твердого сплава, применяется для обработки внутренних поверхностей.

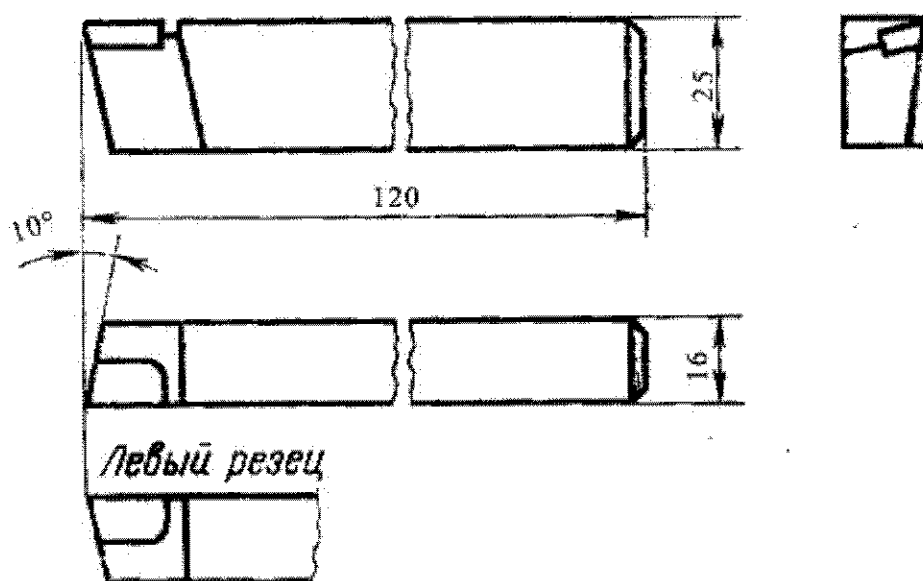


Рисунок 13 – Резец 2101-0014 Т5К10 ГОСТ 18879-73

Резец 2660-0005 3 Т5К10 ГОСТ 18885-73 (рисунок 14) – является токарным резьбовым резцом с напайными пластинами из твердого сплава. При износе режущих кромок данного резца требуется переточка пластин, в современном машиностроении эффективнее применять резцы со сменными многогранными пластинами, не требующих переточки.

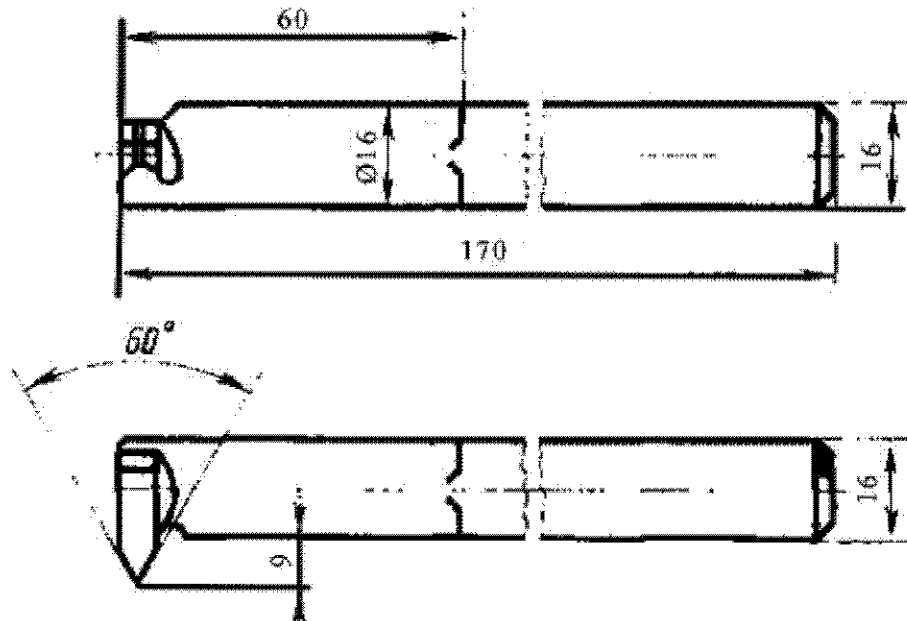
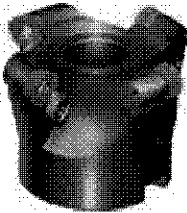


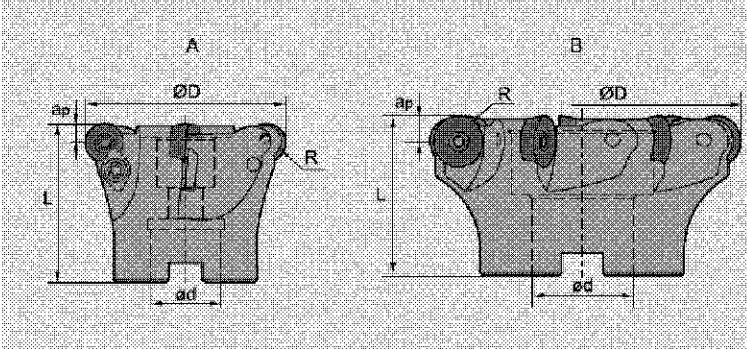
Рисунок 14 – Резец 2660-0005 3 Т5К10 ГОСТ 18885-73

Фреза FMR04-125-B40-RD20-06 (рисунок 15) используется для торцевого фрезерования.

FMR04



Walter-System



Specification of tools

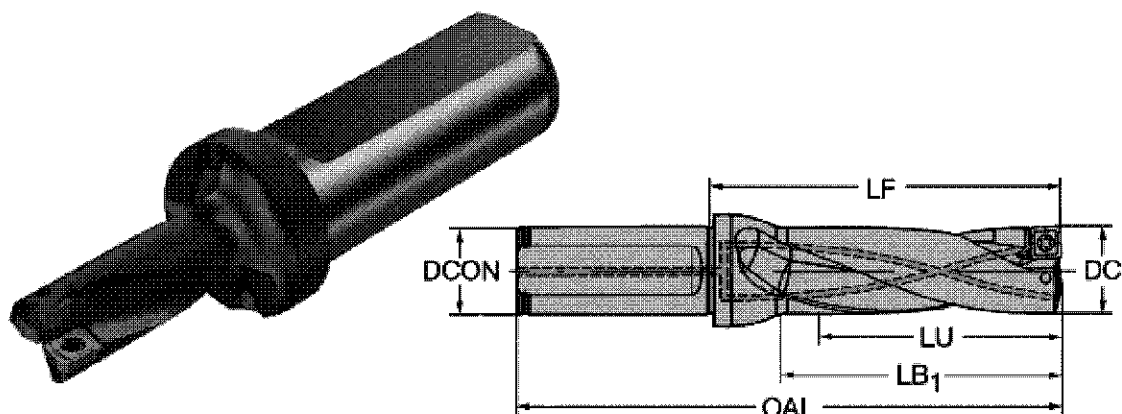
WALTER SYSTEM

Type Typ	Stock Lager	Dimension (mm) Abmessung					No. of teeth Zähne	Coupling Aufnahme	Weight Gewicht (kg)
		Ø D	Ø d	L	R	ap _{max}			
125-B40-RD20-06	○	125	40	63	10	10	6	B	1.9

Рисунок 15 – Фреза FMR04-125-B40-RD20-06

Данную фрезу эффективно использовать при черновой обработке плоских поверхностей, применение такой фрезы полностью оправдано. Выполнение размера 45° данным инструментом не представляется возможным из-за геометрии режущего инструмента.

Сверло со сменными многогранными пластинами 880-D5800L40-02 (рисунок 16) – применяется для сверления отверстий в сплошном металле, а также для рассверливания отверстий меньшего диаметра.

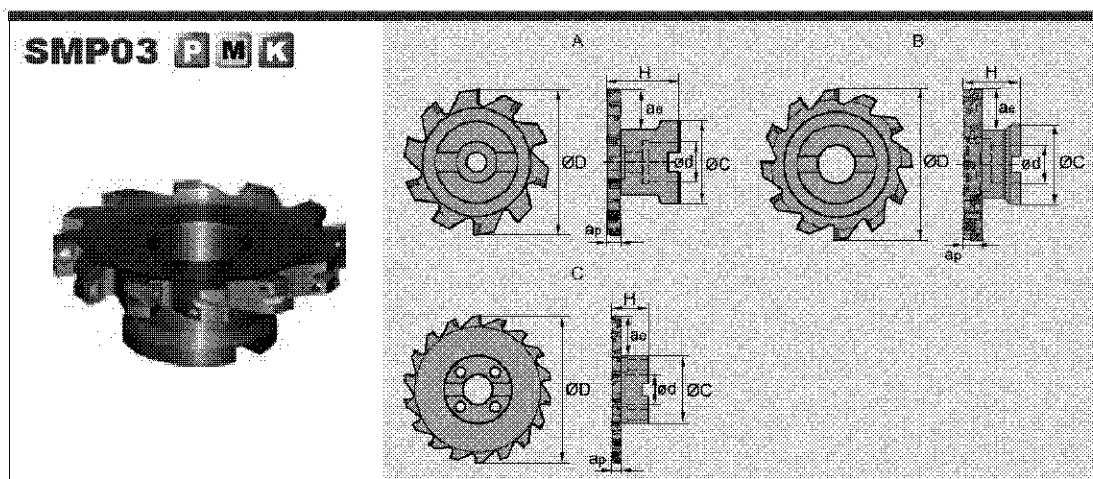


диаметр резания, DC	58mm
insert seat size code, SSCM_C1	09C
insert seat size code, SSCM_P1	09P
insert seat size code, SSCN_C1	09C
insert seat size code, SSCN_P1	09P
рабочая длина, LU	116mm
размер соединения, CZC	40
диаметр соединения, DCON	40mm
функциональная длина, LF	161.0844mm
общая длина, OAL	232mm
body length, LB1	122mm
высота режущей части, PL	0.9156mm

Рисунок 16 – Сверло 880-D5800L40-02

Применение данного сверла в технологическом процессе полностью оправдано.

Фреза SMP03-125x16-B32-MP12-10 (рисунок 17) – используется для чернового фрезерования внутренних поверхностей.



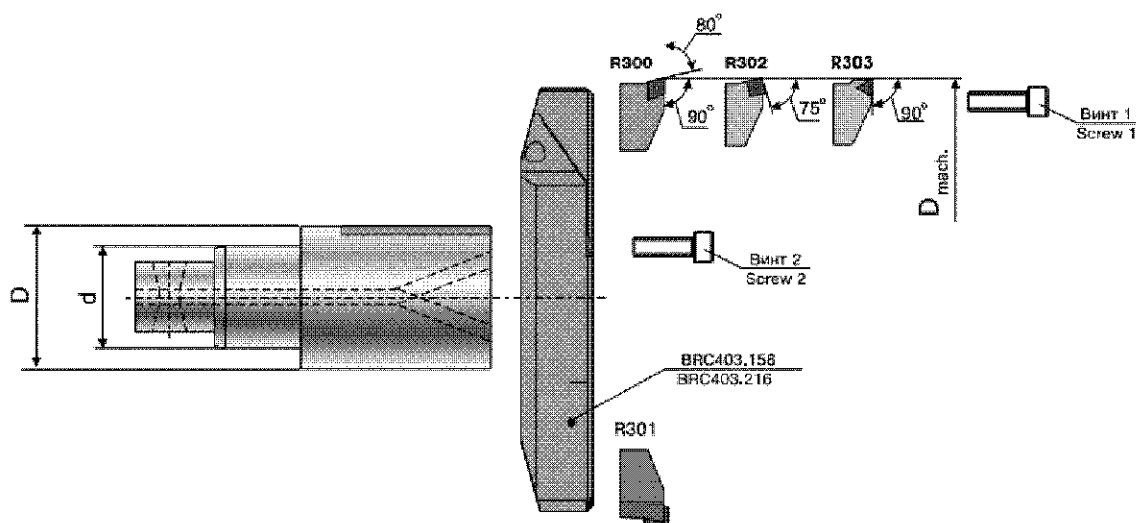
■ SPECIFIKATIONER

Type Typ	Stock Lager		Dimensions (mm) Abmessungen						Inserts WSP	No. of teeth Zähne	Coupling Aufnahme	Weight Gewicht (kg)
	R	L	Ø D	ae	Ø C	ap	H					
125x16-B32-MP12-10	○	○	125	65	32	33	16	50		10	B	2.3

Рисунок 17 – Фреза SMP03-125x16-B32-MP12-10

Применение данной фрезы в технологическом процессе является нецелесообразным, так как фреза является дисковой и предназначена для прорезания канавок (пазов), а такие переходы отсутствуют.

Резец R300.M.216-CC12 (рисунок 18) применяется для расточки внутренних диаметров. Данный резец полностью подходит для выполнения переходов чистового растачивания.



Код / Code	l	D _{max}	Пластина / Insert	Винт / Screw	Ключ / Key	Kg/Kg
R300.M.216-CC12	12,7	96-216	CC.1204	SH16-212	T20/5	0,21

Рисунок 18 – Расточная система с резцом R300.M.216-CC12

Зенковка 2353-0124 ГОСТ 14953-80 (рисунок 19) – используется для обработки фасок под 45° в отверстиях, данный инструмент используется по своему прямому назначению и его применение полностью оправдано.

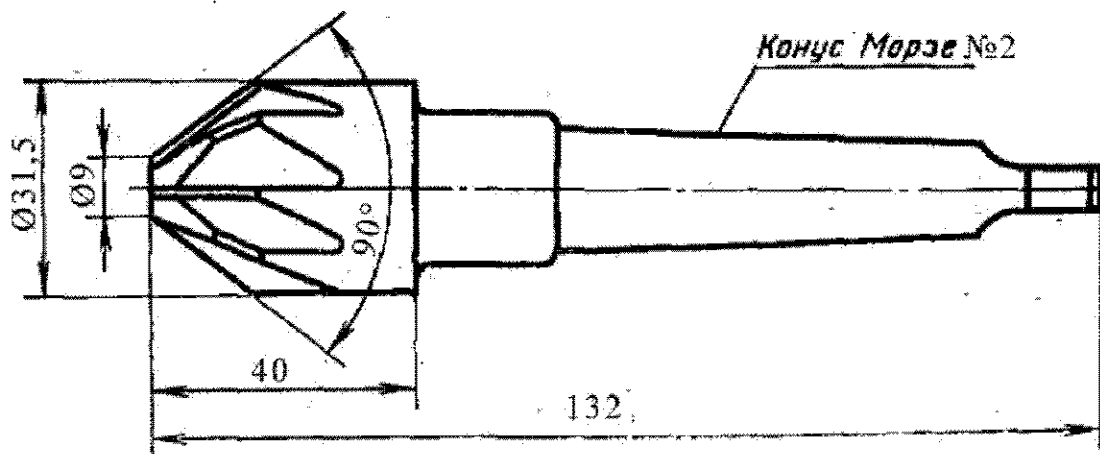


Рисунок 19 – Зенковка 2353-0124 ГОСТ 14953-80

Остальные применяемые режущие инструменты являются подобными уже рассмотренным и отличаются параметрами геометрии режущей части инструмента.

Рассмотрим применяемую оснастку и приспособления.

В данном технологическом процессе используются следующие станочные приспособления.

На операциях токарно-карусельной 020 и токарно-винторезной 025 применяется патрон четырехкулачковый 7103-0049 ГОСТ 3890-82.

Патрон четырехкулачковый 7103-0049 ГОСТ 3890-82 (рисунок 20) является универсальным станочным приспособлением. Используется в основном для токарных работ. Заготовка устанавливается в кулачки по наружному или внутреннему диаметру. Силовое замыкание и базирование заготовки осуществляется с помощью ключевого зажима. Вращая ключ, перемещаются кулачки до закрепления заготовки.

Главный конструктивный недостаток данного патрона заключается в линейном контакте в сопряжении витков спирали с рейками кулачков, что вызывает

повышенное удельное давление в сопряжении, в результате чего происходит сравнительно быстрый износ механизма патрона и потеря точности. Для устранения недостатка необходимо применять закалку и шлифование витков спирали и реек кулачков, которая повышает износоустойчивость и долговечность патрона.

Применение данного патрона эффективно в мелкосерийном и единичном производстве, так как зажим и разжим кулачков патрона происходит вручную при помощи ключа, без применения элементов автоматизации.

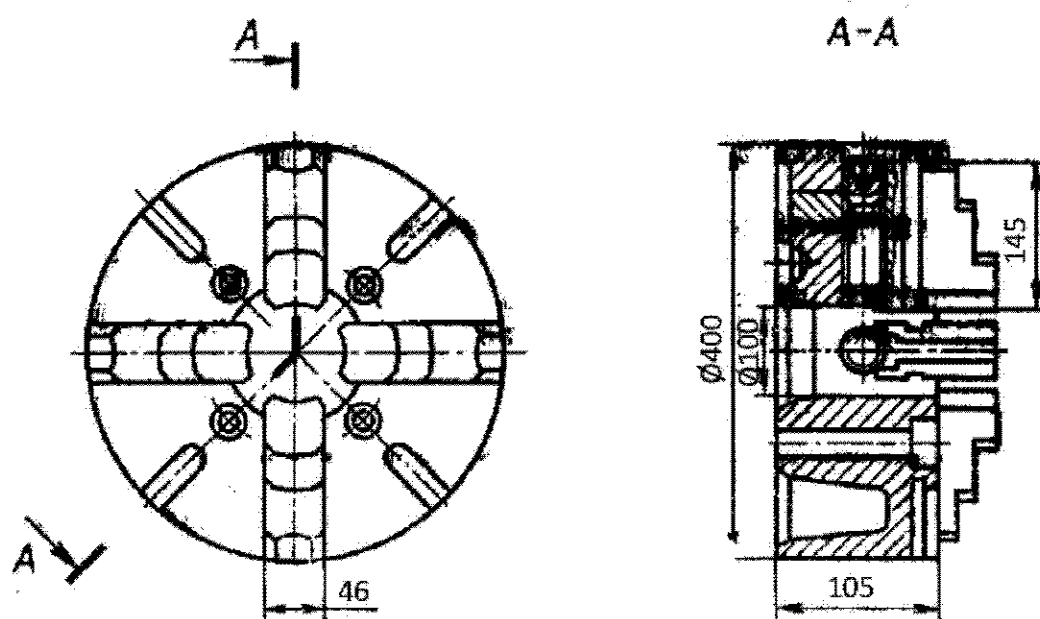


Рисунок 20 – Патрон четырехкулачковый 7103-0049 ГОСТ 3890-82

На операции комплексной с ЧПУ 030 применяются специальные приспособления СП1 и СП2.

Станочное приспособление СП1 является сборным приспособлением. Силовое замыкание осуществляется с помощью специальных прихватов, базирование осуществляется с помощью цилиндрической оправки и опорной поверхности, на которую устанавливается заготовка.

Станочное приспособление СП2 так же является сборным приспособлением. Силовое замыкание осуществляется с помощью специальных прихватов,

базирование осуществляется с помощью установки заготовки на специальные призмы.

- Анализ документации действующего техпроцесса

Маршрутная карта действующего технологического процесса выполнена в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 «ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт» [3]. В маршрутной карте содержатся сведения о наименовании и чертежном номере детали, сведения об исходной заготовке (масса, габаритные размеры, материал), сведения о последовательности и операциях технологического процесса (наименование операций, код операций по классификатору, применяемое оборудование, цех, участок, рабочее место, подготовительно-заключительное и штучное время).

Из маршрутной карты видим, что действующий технологический процесс включает в себя 9 операций, из них 4 операции механической обработки.

Отсутствуют сведения о профессии рабочего и разряде выполняемых работ. Код токарно-карусельной операции в маршрутной карте не соответствует коду по классификатору технологических операций. Отсутствует кодовое обозначение технологического документа в соответствии с ГОСТ 3.1201-85 «Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации».

Операционные карты действующего технологического процесса выполнены в соответствии с ГОСТ 3.1404-86 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием» [4]. В операционных картах содержатся сведения о наименовании и чертежном номере детали, сведения о заготовке, поступающей на операцию (масса, твердость, габаритные размеры, материал), сведения об операции (номер операции, применяемое оборудование), сведения о последовательности переходов на технологической операции (порядковый номер, содержание перехода, используемая оснастка, вспомогательное и основное время на выполнение перехода). Для основных переходов указаны: режущий и вспомогательный

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		33

На операционных картах операции 030 (пример на рисунке 21) условное обозначение баз, опор и зажимов присутствует только на главном виде. Так же на приведенном эскизе (рисунок 21) для указания размера $110^{+0,8}$ мм изображены несуществующие обрабатываемые поверхности. Некорректно указан теоретически точный размер $\varnothing 342$ мм.

Отсутствует кодовое обозначение технологического документа в соответствии с ГОСТ 3.1201-85 «Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации».

Карта технического контроля действующего технологического процесса выполнена в соответствии с ГОСТ 3.1502-85 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль» [6]. В карте технического контроля содержатся сведения о наименовании и чертежном номере детали, сведения об операции (номер операции, применяемое оборудование), сведения о последовательности контрольных переходов (порядковый номер, содержание перехода, контролируемый параметр, средства измерения, объем контроля, вспомогательное и основное время на выполнение измерений).

Отсутствует кодовое обозначение технологического документа в соответствии с ГОСТ 3.1201-85 «Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации».

В ходе анализа документации действующего технологического процесса обнаружены следующие недостатки:

- несоответствие выполняемых размеров в операционных картах и на эскизах;
- в карте эскизов на операцию 030 (рисунок 21) эскиз не соответствует содержанию операционных карт технологического процесса;
- несоответствие чертежных размеров к выполняемым в ходе технологического процесса (оп. 020: размер $32 \pm 0,3$ мм; оп. 030: размер $20 \pm 0,2$ мм; $32 \pm 0,3$ мм);
- несоответствие применяемого оборудования на операции 020 токарно-карусельной в маршрутной и операционной картах.

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		35

Анализ действующего технологического процесса в целом показал, что:

- используемый метод получения заготовки характеризуется низким коэффициентом использования материала;
- имеются ошибки в картах технологического процесса
- имеет место устаревший, а также нерационально подобранный режущий инструмент;
- отсутствуют достаточные сведения о специальных станочных приспособлениях;
- действительные припуски завышены относительно минимальных необходимых
- отсутствуют элементы автоматизации закрепления в станочных приспособлениях.

Исходя из выявленных недостатков и несоответствий, предлагается усовершенствовать действующий технологический процесс с постановкой следующих целей и задач:

- разработать маршрут техпроцесса;
- выбрать оборудования для реализации техпроцесса;
- выбрать исходную заготовку;
- рассчитать режимы резания;
- спроектировать универсальное станочное для операции 010 комплексной на ОЦ с ЧПУ;
- разработать комбинированный режущий инструмент;
- внести изменения в систему контроля;
- спроектировать оптимальную планировку участка.

Разработка проектного технологического процесса

Разработка маршрута проектного техпроцесса

По заданию на дипломное проектирование необходимо разработать технологический процесс обработки детали «Корпус»МКТS-200.25.02.001.

Для выполнения основных операций технологического процесса будем применять четырех координатный горизонтальный фрезерно-расточной обрабатывающий центр. С использованием такого типа технологического оборудования возможно изготовление данной детали за 2 операции.

- На первой операции осуществляется обработка центральных отверстий, торцев, резьбовых отверстий, фрезерование контура в плоскости перпендикулярной оси симметрии детали.

- На второй операции будет осуществляться установка детали по поверхностям, обработанным на первой операции, и обработка остальных поверхностей.

Разработан маршрут проектного варианта технологического процесса, включающий:

- оп. 000 заготовительная – центробежное литье;
- оп. 005 транспортирование – транспортирование на механический участок;
- оп. 010 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ;
- оп. 015 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ;
- оп. 020 промывка;
- оп. 025 контроль.

Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Согласно заданию, произведем выбор основного металлорежущего оборудования. Из существующих производителей металлорежущих станков наиболее распространены такие как:

- Heckert (Германия);
- Mazak (Япония);

- Micron (Швейцария);
- HAAS (Китай);
- Okuma (Япония).

Основными критериями для выбора оборудования являются:

- цена;
- габаритные размеры;
- размер загружаемых паллет;
- инструментальное обеспечение;
- шпиндель станка;
- сервисное обслуживание.

По указанным выше критериям и определенному в пункте 2.2 типу оборудования наиболее подходящим является горизонтальный обрабатывающий центр фирмыHeckert (рисунок 22).

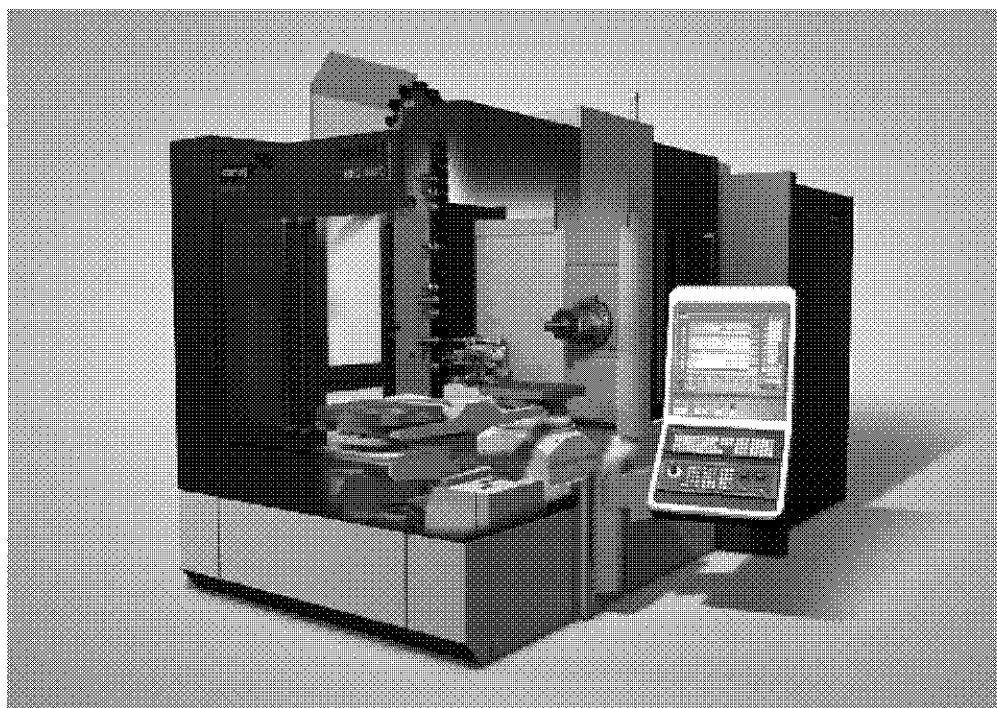


Рисунок 22 – Горизонтальный обрабатывающий центр Heckert HEC 400 D

Горизонтальный обрабатывающий центр HeckertHEC 400 D – станок с горизонтальным расположением шпинделя и четырьмя управляющими координатами.

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		38

Производитель предоставляет гарантийное и не гарантийное сервисное обслуживание на территории Российской Федерации. Представительство фирмы Heckert находится в г. Москва. Представительство фирмы в России предоставляет широкий спектр услуг: обучение программированию и приемам работы с помощью широкого ряда обучающих программ для разных типов станков, проведение обучения на симуляторах в Ярославле, Санкт-Петербурге и Москве.

Технические характеристики станка HeckertHEC 400 D сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Технические характеристики Heckert HEC 400 D

Техническая характеристика	Heckert HEC 400 D
Размер загружаемых паллет, мм	800x800
Время смены паллет, сек	8
Вместимость инструментального магазина, шт	60-320
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	15000
Мощность приводного двигателя шпинделя, кВт	19
Конус шпинделя	HSK-A 63
Габаритные размеры, мм	5700x2820

- Выбор исходной заготовки

Определим основные критерии для выбора исходной заготовки:

- материал детали;
- форма и габаритные размеры детали;
- тип производства.

Материал детали – конструкционная низколегированная сталь 09Г2С ГОСТ19281-89. Обозначение марки стали 09Г2С: содержится 0,09% углерода; до 2% марганца; кремния менее 1%.

Получение заготовок из данного материала в условиях серийного производства возможно при помощи литья, штамповки, а также возможно использование проката.

При использовании в качестве исходной заготовки периодического проката коэффициент использования материала ожидается порядка 0,4. В среднем для

машиностроения приемлемым коэффициентом использования материала, обеспечивающий рациональную форму и вид выбранной заготовки, более низкую себестоимость последующей механической обработки и меньший расход материала, энергии и инструмента, является $K_M > 0,7...0,75$.

Данный вид исходной заготовки характеризуется низким коэффициентом использования материала, следовательно, использование для данной конструкции детали горячекатаного проката является нерациональным.

Форма детали «Корпус»МКТС-200.25.02.001 является сложной для изготовления штамповки, приближенной по форме к готовой детали, следовательно, использование в качестве исходной заготовки штамповки является нецелесообразным.

Исходя из формы детали «Корпус»МКТС-200.25.02.001 определим, что в качестве исходной заготовки возможно применять отливки, полученные методом литья в песчано-глинистые формы, либо центробежного литья.

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		40

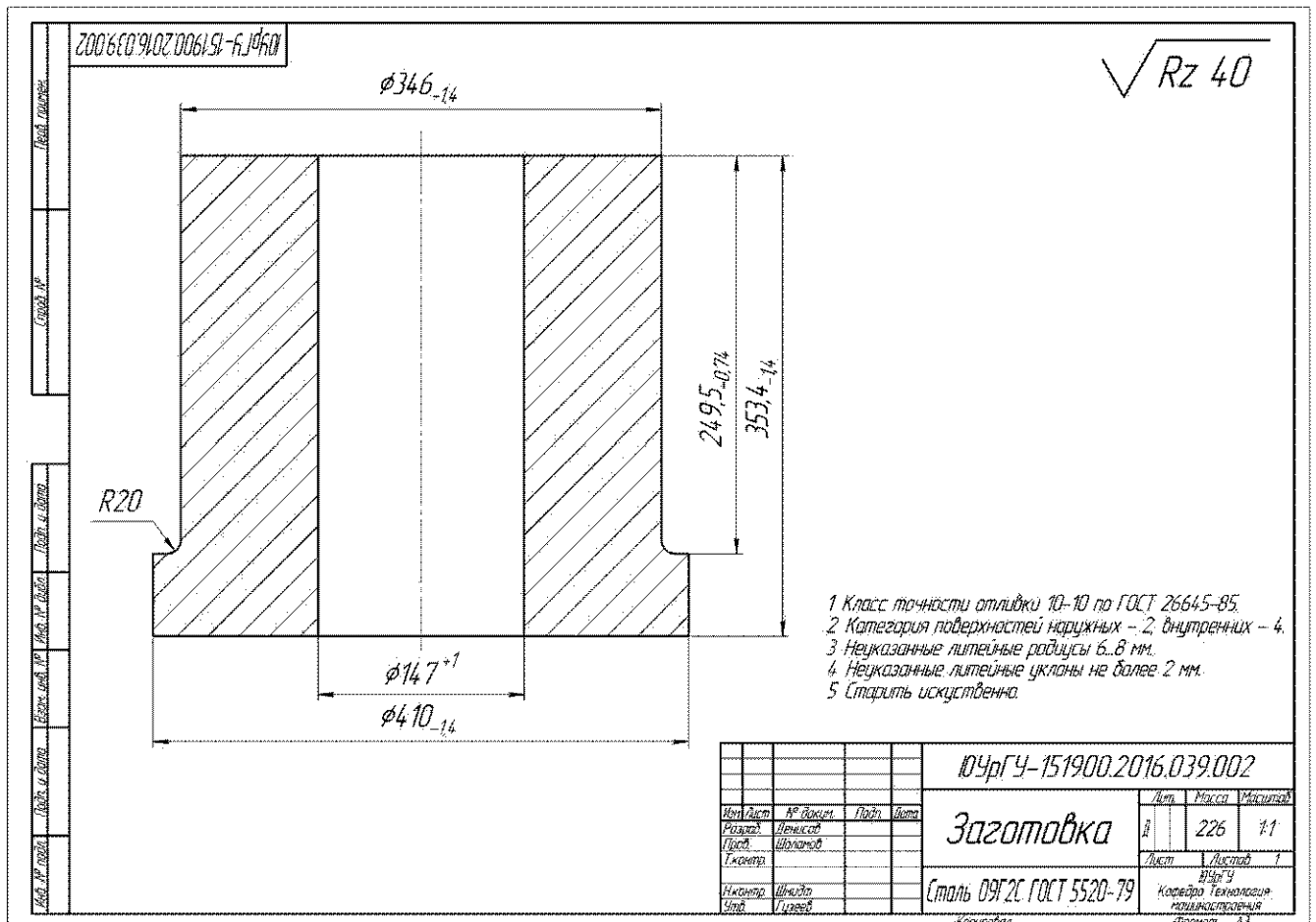


Рисунок 23 – Чертеж исходной заготовки

При использовании метода литья в песчано-глинистые формы, возможно усложнение технологического процесса, в виду образования корки, и наличия абразива в виде песка на наружных поверхностях. Использование метода центробежного литья позволит избежать таких недостатков, и повысить точность размеров исходной заготовки и получить равномерную структуру металла по сечению.

Чертеж исходной заготовки – отливки представлен на рисунке 23.

План операций и переходов проектного техпроцесса

При разработке операционной технологии детали «Корпус» MKTS-200.25.02.001 определим необходимый состав технологических переходов для операции 010 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ:

- 1) установить и закрепить заготовку;

- 2) фрезеровать торец, выдерживая размер $X_{-1,4}$;
- 3) расточить $\varnothing 150^{+1}$;
- 4) расточить $\varnothing 160H11^{(+0,25)}$, выдерживая размер $100 \pm 0,4$;
- 5) расточить $\varnothing 174H11^{(+0,25)}$, выдерживая размер $45^{+0,3}$;
- 6) расточить $\varnothing 177^{+0,63}$, выдерживая размер $37 \pm 0,3$;
- 7) расточить канавку $\varnothing 181,2^{+1,1}$, выдерживая размеры $6^{+0,3}$, $37 \pm 0,3$, R1, R1,6;
- 8) расфрезеровать фаски $\angle 45^\circ$;
- 9) фрезеровать резьбу M180×3-7H;
- 10) повернуть стол на 180° ;
- 11) фрезеровать торец, выдерживая размер $350_{-1,4}$;
- 12) расточить $\varnothing 246^{+1}$, выдерживая размер $32 \pm 0,3$;
- 13) расточить $\varnothing 258H11^{(+0,32)}$, выдерживая размер $20 \pm 0,2$;
- 14) расточить $\varnothing 270H9^{(+0,13)}$, выдерживая размер $10 \pm 0,1$;
- 15) сверлить 4 отверстия $\varnothing 30^{+0,5}$, выдерживая размеры $195 \pm 0,5$, $90 \pm 0,4$, $220 \pm 0,5$;
- 16) фрезеровать колодец, выдерживая размеры $215^{+0,5}$, $110^{+0,8}$;
- 17) сверлить 12 отверстий $\varnothing 24^{+0,33}$, выдерживая размеры $\varnothing 342$, $43 \pm 0,3$, зенковать 12 фасок $2,5 \times 45^\circ$;
- 18) нарезать внутреннюю резьбу M27-7H в 12 отверстиях на глубину $34 \pm 0,3$.

Операционный эскиз представлен на рисунке 24.

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		42

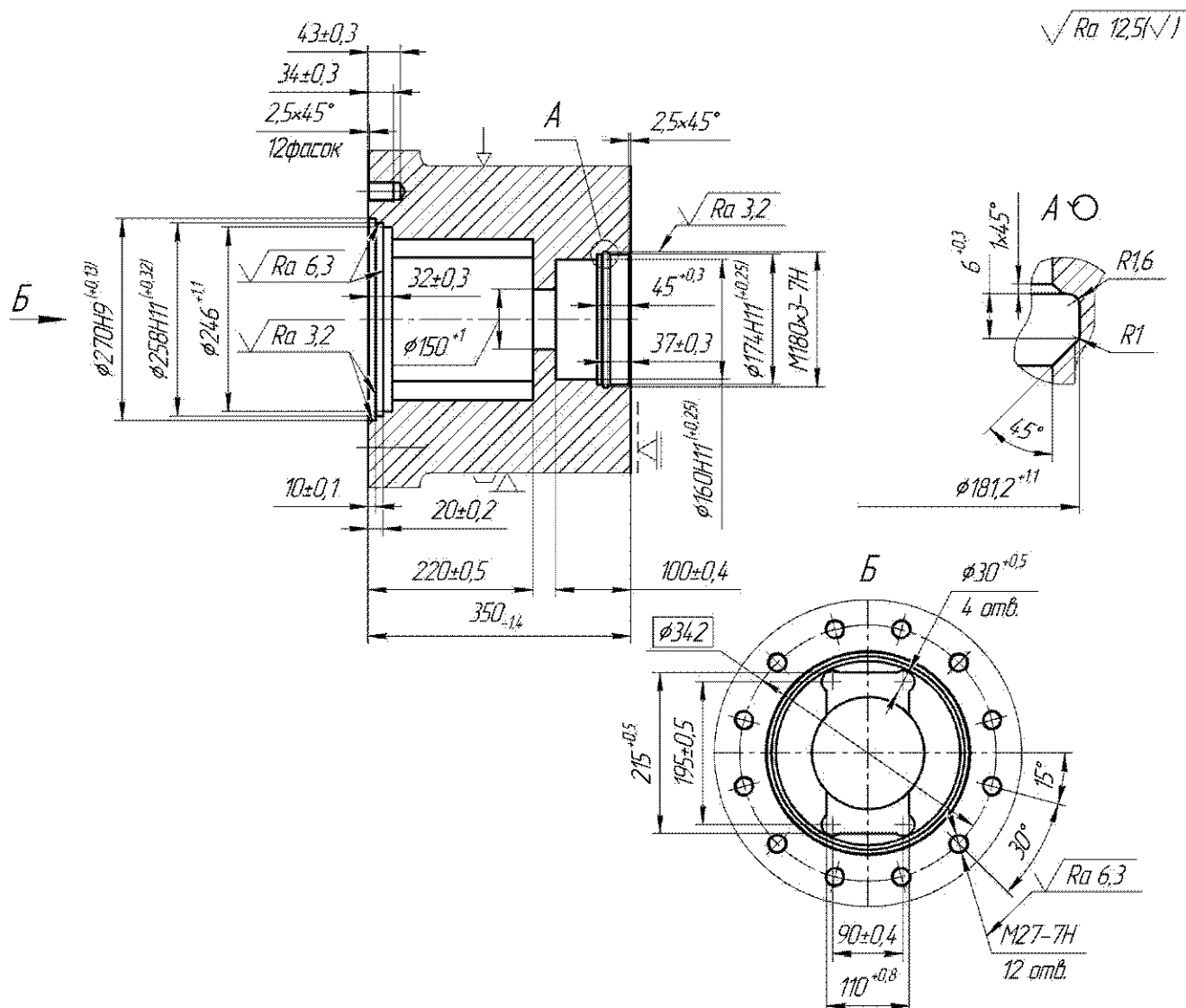


Рисунок 24 – Операционный эскиз 010 операции

Определим необходимый состав технологических переходов для операции 015 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ:

- 1) установить и закрепить заготовку;
- 2) фрезеровать торец, выдерживая размер $X_{-1,3}$;
- 3) фрезеровать наклонную поверхность под $\angle 45^\circ$;
- 4) повернуть стол на 180° ;
- 5) фрезеровать торец, выдерживая размер $300_{-1,3}$;
- 6) фрезеровать наклонную поверхность под $\angle 45^\circ$;
- 7) повернуть стол на 90° ;

- 8) фрезеровать торец, выдерживая размер $X_{-1,4}$;
- 9) сверлить отверстие $\varnothing 80^{+0,74}$, на глубину 175 ± 1 ;
- 10) расфрезеровать отверстие $\varnothing X^{+1}$, на глубину 175 ± 1 ;
- 11) расточить $\varnothing 175^{+1}$;
- 12) расфрезеровать $\varnothing 214H11^{(+0,29)}$;
- 13) повернуть стол на 180° ;
- 14) фрезеровать торец, выдерживая размер $342_{-1,4}$;
- 15) сверлить отверстие $\varnothing 80^{+0,74}$, на глубину 175 ± 1 ;
- 16) расфрезеровать отверстие $\varnothing X^{+1}$, на глубину 175 ± 1 ;
- 17) расточить $\varnothing 175^{+1}$;
- 18) расфрезеровать $\varnothing 214H11^{(+0,29)}$.

Операционный эскиз представлен на рисунке 25

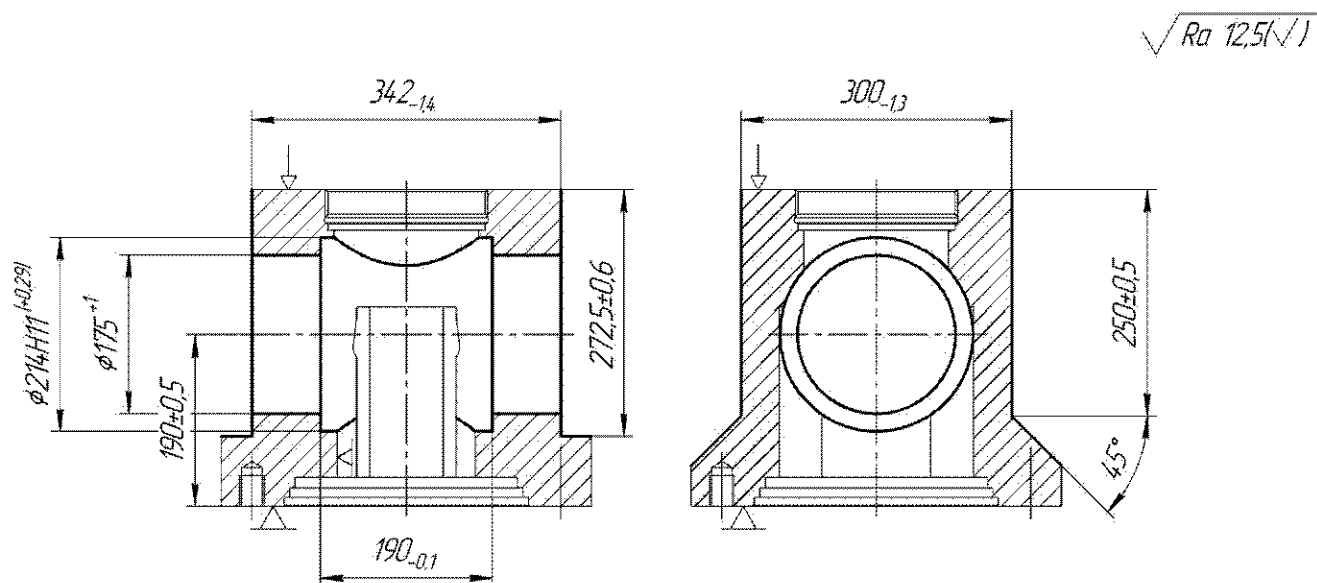


Рисунок 25 – Операционный эскиз 015 операции

Размерный анализ проектного техпроцесса

Размерный анализ проектного варианта технологического процесса проводится для проверки выполняемости замыкающих звеньев и расчета межоперационных размеров в процессе механической обработки, а также фактических припусков на

					ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		44

обработку. Рассчитанные значения припусков используются в дальнейшем для расчета режимов резания.

На рисунке 26 представлена линейная размерная схема проектного варианта технологического процесса.

Составим уравнения замыкающих звеньев, при составлении уравнений увеличивающее звено берем с положительным, а уменьшающее звено отрицательным [2]:

$$[17_18] = (17_107) - (18_107); \quad (3)$$

$$[107_108] = (18_107) - (18_108); \quad (4)$$

$$[58_57] = - (18_108) + (58_108) - (57_107) + (18_107). \quad (5)$$

Уравнение 4:

$$[107_108] = (18_107)_{-1,4} - 350_{-1,4}.$$

Найдем номинальное значение припуска [107=108]:

$$[107_108]_{\text{ном}} = [107_108]_{\text{мин}} + 0,5W - \Delta_0,$$

где $[107=108]_{\text{мин}}$ – минимальное значение припуска [107=108],

W – поле рассеяния составляющих звеньев,

Δ_0 – координата середины поля допуска.

Подставляя, получим:

$$[107_108]_{\text{ном}} = 0,24 + 0,5 \cdot (1,4 + 1,4) - (-0,7 + 0,7) = 1,64 \text{ мм},$$

подставляя, полученное значение в исходное уравнение получим:

$$1,64 = (18_107)_{-1,4} - 350_{-1,4}.$$

откуда:

$$(18_107)_{-1,4} = 1,64 + 350_{-1,4} = 351,64_{-1,4}.$$

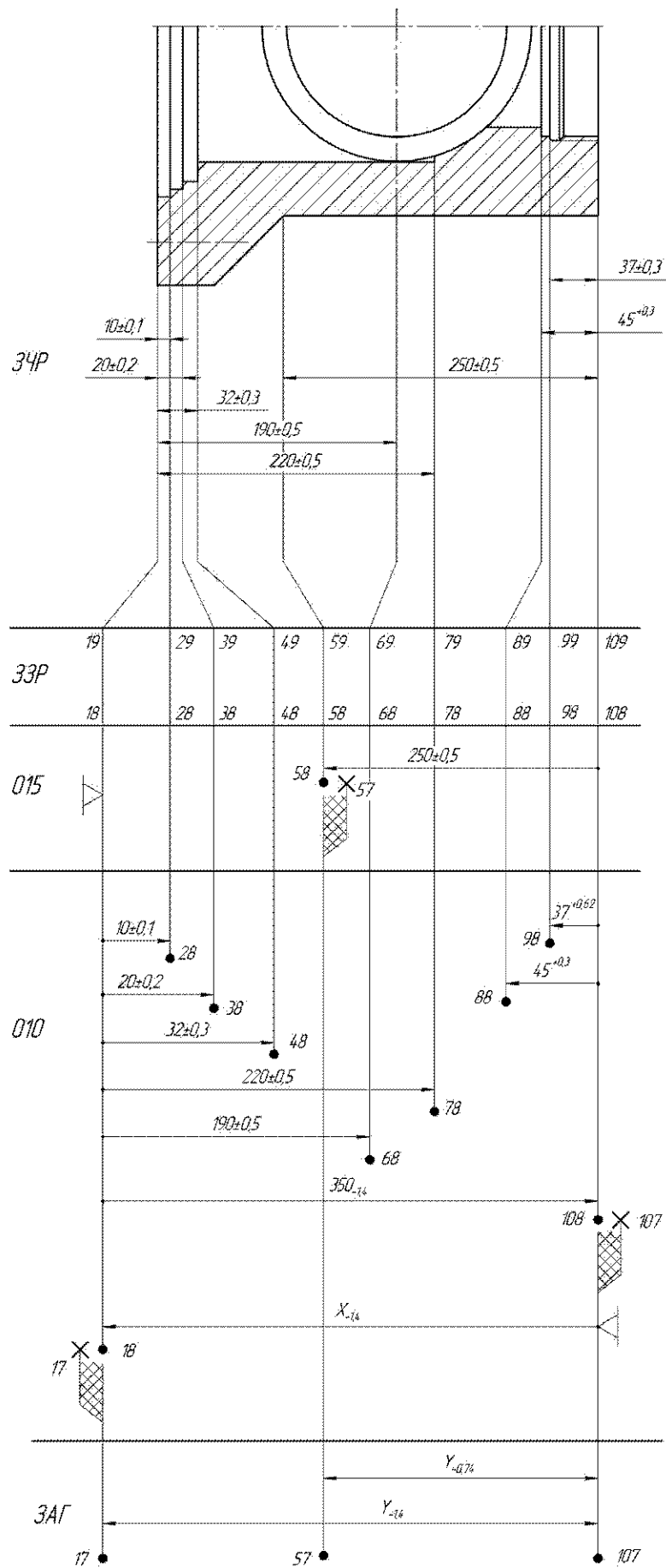


Рисунок 26 –Размерная схема проектного варианта технологического процесса

					ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		46

Так как данный размер в уравнении является увеличивающим звеном, то округляем в большую сторону, следовательно, получаем:

$$(18 - 107) = 351,7_{-1,4}.$$

Найдем среднее значение припуска [107=108]:

$$[107_108]_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (2 \cdot [107_108]_{\text{мин}} + W) - \Delta_{\text{окр}},$$

подставляя значения, получим:

$$[107_108]_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (2 \cdot 0,24 + 2,8) + 0,06 = 1,7 \text{ мм.}$$

Уравнение 3:

$$[17_18] = (17_107)_{-1,4} - 351,7_{-1,4}.$$

Найдем номинальное значение припуска [17=18]:

$$[17_18]_{\text{ном}} = [17_18]_{\text{мин}} + 0,5W - \Delta_0,$$

где $[17_18]_{\text{мин}}$ – минимальное значение припуска [17=18],

W – поле рассеяния составляющих звеньев,

Δ_0 – координата середины поля допуска.

Подставляя, получим:

$$[17_18]_{\text{ном}} = 0,24 + 0,5 \cdot (1,4 + 1,4) - (-0,7 + 0,7) = 1,64 \text{ мм,}$$

подставляя, полученное значение в исходное уравнение получим:

$$1,64 = (17_107)_{-1,4} - 351,7_{-1,4},$$

откуда:

$$(17_107)_{-1,4} = 1,64 + 351,7_{-1,4} = 353,34_{-1,4}.$$

Так как данный размер в уравнении является увеличивающим звеном, то округляем в большую сторону, следовательно получаем:

$$(17 - 107) = 353,4_{-1,4}.$$

Найдем среднее значение припуска [107=108]:

$$[17_18]_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (2 \cdot [17_18]_{\text{мин}} + W) - \Delta_{\text{окр}},$$

подставляя значения, получим:

$$[17_18]_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (2 \cdot 0,24 + 2,8) + 0,06 = 1,7 \text{ мм.}$$

Уравнение 5:

					ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		47

$$[58_57] = -350_{-1,4} + 250 \pm 0,5 - (57_107)_{-0,74} + 351,7_{-1,4}.$$

Найдем номинальное значение припуска $[57_58]$:

$$[58_57]_{\text{ном}} = [58_57]_{\text{min}} + 0,5W - \Delta_0,$$

где $[58_57]_{\text{min}}$ – минимальное значение припуска $[58_57]$,

W – поле рассеяния составляющих звеньев,

Δ_0 – координата середины поля допуска.

Подставляя, получим:

$$[58_57]_{\text{ном}} = 0,24 + 0,5 \cdot (1,4 + 1 + 0,74 + 1,4) - (+0,7 + 0 + 0,37 - 0,7) = 2,14 \text{ мм},$$

подставляя, полученное значение в исходное уравнение получим:

$$2,14 = -350_{-1,4} + 250 \pm 0,5 - (57_107)_{-0,74} + 351,7_{-1,4},$$

откуда:

$$(57_107)_{-0,74} = -2,14 + 351,7_{-1,4} + 250 \pm 0,5 - 350_{-1,4} = 249,56_{-0,74}.$$

Так как данный размер в уравнении является уменьшающим звеном, то округляем в меньшую сторону, следовательно получаем:

$$(57 - 107) = 249,5_{-0,74}.$$

Найдем среднее значение припуска $[57=58]$:

$$[57_58]_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (2 \cdot [57_58]_{\text{min}} + W) - \Delta_{\text{окр}},$$

подставляя значения, получим:

$$[58_57]_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (2 \cdot 0,24 + 3,54) + 0,06 = 2,07 \text{ мм}.$$

Расчет режимов резания и норм времени

Определение режимов резания сводится к определению оптимальных глубин резания (t), величин подачи (S), стойкости инструмента (T) и скорости резания ($V_{\text{рез.}}$), при которых должна быть достигнута наибольшая производительность обработки на станке, при наименьшей ее себестоимости и требуемого качества обработанной поверхности.

Расчет режимов резания для перехода фрезерования торца

Рассмотрим подробно расчет режимов резания для операции 010 комплексной на обрабатывающих центрах с ЧПУ при фрезеровании торца (переход 2, пункт 1.6). Операционный эскиз для данной операции представлен на рисунке 24.

Исходные данные для расчета.

Деталь:

- наименование детали – «Корпус» МКТС-200.25.02.001;
- материал – сталь 09Г2С (150 НВ);
- точность обработки – IT14;
- параметры шероховатости обработанной поверхности:– $Ra= 12,5$ мкм.

Заготовка:

- заготовка – центробежное литье (IT15);
- состояние поверхности – с коркой;
- масса – 226 кг;
- припуск на обработку поверхности – 1,7 мм (по результатам размерного анализа).

Станок:

- модель – Neckert НЕС 400 D;
- максимальная частота вращения шпинделя n , мин-1 15000;
- диапазон скорости подачи, мм/мин, по осям $-x$: 0,05...20000; z : 0,05...40000;
- мощность привода главного движения, кВт – 19.

Операция:

- базирование – призмы.

Выбор стадий обработки

По карте 54, лист 1[7] определяем необходимые стадии обработки. Для получения размеров детали, соответствующих 14-му качеству, из заготовки 15-го качества необходимо вести обработку в одну стадию: черновую.

Выбор глубины резания

Исходя из результатов размерного анализа проектного варианта технологического процесса, принимаем глубину резания $t= 1,7$ мм.

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		49

Используемый инструмент

Применяемый режущий инструмент описан в пункте 2.2.

Выбор подачи

Для черновой стадии обработки подачу выбираем по карте 56[7]. При фрезеровании фрезой диаметром до 200 мм с глубиной резания до 5 мм рекомендуется подача $S_z = 0,12$ мм/зуб. По карте 56[7] определяем поправочные коэффициенты на подачу для черновой стадии обработки для измененных условий обработки в зависимости от:

- твердости обрабатываемого материала $K_{SM} = 1,3$;
- материал режущей части фрезы $K_{SI} = 1$;
- главного угла в плане $K_{sp} = 0,7$;
- способа крепления пластины и наличия покрытия $K_{sp} = 1$;
- схемы установки фрезы $K_{sc} = 1$;
- отношения фактической ширины фрезерования к нормативной $K_{SB} = 1,1$.

Окончательную подачу для черновой стадии обработки определяем по формуле (6):

$$S_z = S_{0z} \cdot K_{SM} \cdot K_{SI} \cdot K_{sp} \cdot K_{sp} \cdot K_{sc} \cdot K_{SB}, \quad (6)$$

подставляя, ранее найденные значения, получим:

$$S_0 = 0,12 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,12 \text{ мм/зуб.}$$

Выбор скорости резания.

Рекомендуемые значения скорости резания для черновой и получистовой стадии обработки выбираем по карте 65[7].

Для черновой стадии обработки с глубиной резания до 1,7 мм и подачей $S_z = 0,12$ мм/зуб скорость резания $v_T = 293$ м/мин.

По карте 65[7] выбираем поправочные коэффициенты на скорость резания при черновой и получистовой стадии обработки для измененных условий в зависимости от:

- твердости обрабатываемости материала $K_{vM} = 1,35$;
- материала режущей части $K_{vH} = 1$;

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		50

- состояния поверхности заготовки $K_{v11} = 0,8$;
- главного угла в плане $K_{v\phi} = 0,9$;
- период стойкости режущей части $K_{vT} = 1$;
- способа крепления пластины и наличия покрытия $K_{vp} = 1$;
- отношение ширины фрезерования к диаметру фрезы $K_{vB} = 1$;
- наличия охлаждения $K_{vж} = 1$.

Окончательную скорость резания для черновой стадии обработки определяем по формуле (7):

$$v = v_T \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vM} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vT} \cdot K_{vж}, \quad (7)$$

подставляя, ранее найденные значения, получим:

$$v = 293 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 284,8 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле (8):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (8)$$

где D – диаметр обработки, подставляя значения получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 284,8}{3,14 \cdot 125} = 725 \text{ об/мин.}$$

Полученные режимы резания вносим в таблицу 6.

Расчет режимов резания для обработки отверстия

Рассмотрим подробно расчет режимов резания для операции 010 комплексной на ОЦ при сверлении отверстия $\varnothing 24^{+0,33}$ мм под последующее нарезание резьбы.

Операционный эскиз для данной операции представлен на рисунке 24.

Исходные данные для расчета.

Деталь:

- наименование детали – «Корпус MKTS-200.25.02.001»;
- материал – сталь 09Г2С (150 НВ);
- точность обработки – IT13;
- параметры шероховатости обработанной поверхности – $Ra = 20$ мкм.

Заготовка:

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		51

- отверстие в сплошном металле;
- масса – 226 кг;

Станок:

- модель – Neckert НЕС 400 D;
- максимальная частота вращения шпинделя n , мин-1 15000;
- диапазон скорости подачи, мм/мин, по осям $-x$: 0,05...20000; z : 0,05...40000;
- мощность привода главного движения, кВт – 19.

Операция:

- базирование – призмы.

Выбор варианта маршрута обработки

Маршрут обработки выбирают по карте 44[7] в зависимости от диаметра, точности и параметра шероховатости обрабатываемого отверстия, состояния отверстия заготовки, вида устройства ЧПУ. В данном случае для диаметра 24 мм 13-ого качества с $Ra=20$ мкм маршрут обработки включает один переход – сверление.

Выбор подачи, скорости

Выбор подачи, скорости, осуществляем по карте 46[7] для ближайшего большего табличного значения диаметра отверстия.

Для сверления при диаметре $D=24$ мм, отношение длины рабочей части сверла к диаметру сверла до 3 по карте 46 [7] определяем: $S_{от}=0,42$ мм/об.; $v_T=17,6$ м/мин.

Табличные значения режимов резания корректируют в зависимости от измененных условий работы по формулам корректировки, приведенным в карте 52 [7]. Значение поправочного коэффициента от механических свойств обрабатываемого $K_{см}$ выбираем из карты 53 [7] – $K_{см} = 0,9$.

Для перехода сверления корректируем подачу по формуле (9):

$$S_o = S_{от} \cdot K_{см} \quad (9)$$

подставляя значения, получим:

$$S_o = 0,42 \cdot 0,9 = 0,378 \text{ мм/об.}$$

					ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		52

По карте 53[7]выбираем поправочные коэффициенты для скорости резания при сверлении для измененных условий в зависимости от:

- обрабатываемого материала $K_{vM}=0,9$;
- наличия охлаждения $K_{vж} = 1$;
- состояния поверхности заготовки $K_{vw} = 1$;
- инструментального материала $K_{vИ} = 2,2$;
- периода стойкости $K_T=1$.

Скорректируем скорость резания по формуле (10):

$$v = v_T \cdot K_{vM} \cdot K_{vж} \cdot K_{vw} \cdot K_{vИ} \cdot K_T, \quad (10)$$

подставляя значения, получим:

$$v = 17,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,2 \cdot 1 = 34,8 \text{ м/мин.}$$

Значение частоты вращения шпинделя *n* определяем по формуле (8), подставляя значения, получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 34,8}{3,14 \cdot 24} = 462 \text{ об/мин.}$$

Полученные режимы резания вносим в таблицу 6.

Расчет режимов резания для обработки резьбы.

Рассмотрим подробно расчет режимов резания для операции 010 комплексной на ОЦ при нарезании резьбы М27-7Н. Операционный эскиз для данной операции представлен на рисунке 24.

Исходные данные для расчета.

Деталь:

- наименование детали – «Корпус МКТС-200.25.02.001»;
- материал – сталь 09Г2С (150 НВ);
- точность обработки – 7Н;
- параметры шероховатости обработанной поверхности – $Ra = 3,2$ мкм.

Заготовка:

- предварительно просверленное отверстие под нарезание резьбы;
- масса – 226 кг;

Станок:

- модель – Neckert НЕС 400 D;
- максимальная частота вращения шпинделя n , мин-1 15000;
- диапазон скорости подачи, мм/мин, по осям $-x$: 0,05...20000; z : 0,05...40000;
- мощность привода главного движения, кВт – 19.

Операция:

- базирование – призмы.

Выбор скорости, мощности и осевой силы резания, крутящего момента и момента разрушения

Выбор скорости, мощности и осевой силы резания, крутящего момента и момента разрушения при нарезании резьбы в отверстиях, осуществляем по карте 50 [7] исходя из диаметра и шага резьбы.

Для нарезания резьбы М27, с шагом резьбы 3 мм определяем: $v_T = 14,8$ м/мин; $P_T = 104$ Н; $N_T = 1,45$ кВт; $M_{KPT} = 8,1$ Н·м; $M_{PT} = 110$ Н·м.

Табличные значения режимов резания корректируют в зависимости от измененных условий работы по формулам корректировки, приведенным в карте 52 [7]. Значение поправочного коэффициента от механических свойств обрабатываемого K_{vM} выбираем из карты 53 [7] – $K_{vM} = 1,1$.

Для перехода нарезания резьбы корректируем скорость резания по формуле (11):

$$v_o = v_T \cdot K_{vM} \cdot K_{vK}, \quad (11)$$

где K_{vK} – коэффициент точности резьбы.

По карте 53 [7] определяем $K_{vK} = 1$, подставляя значения, получим:

$$v_o = 14,8 \cdot 1,1 \cdot 1 = 16,3 \text{ м/мин.}$$

Значение частоты вращения шпинделя n определяем по формуле (8), подставляя значения, получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 16,3}{3,14 \cdot 27} = 192 \text{ об/мин.}$$

Корректировка табличных значений мощности резания, осевой силы и крутящего момента.

Крутящий момент при нарезании резьбы определяется по формуле (12):

$$M_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{K_M}. \quad (12)$$

По карте 53 [7]выбираем поправочный коэффициент на крутящий момент при нарезании резьбы метчиком в зависимости от обрабатываемого материала $K_M=1,1$.

Подставляя значения в формулы, получим:

$$N = \frac{1,45}{1,1} = 1,32 \text{ кВт},$$

$$P = \frac{104}{1,1} = 94,5 \text{ Н},$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{8,1}{1,1} = 7,36 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Рассчитанное значение мощности не превышает допустимой мощности фрезерного шпинделя станка, следовательно, применения найденных режимов резания возможно. Полученные режимы резания вносим в таблицу 6.

Расчет режимов резания для перехода растачивания отверстия

Рассмотрим подробно расчет режимов резания для операции 010 комплексной на обрабатывающих центрах с ЧПУ при растачивании отверстия (переход 4, пункт 1.6). Операционный эскиз для данной операции представлен на рисунке 24.

Исходные данные для расчета.

Деталь:

- наименование детали – «Корпус MKTS-200.25.02.001»;
- материал – сталь 09Г2С (150 НВ);
- точность обработки – IT11;
- параметры шероховатости обработанной поверхности:– $Ra= 12,5$ мкм.

Заготовка:

- заготовка – предварительно обработанная (IT14);
- состояние поверхности – без корки;

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		55

- масса – 226 кг;
- припуск на обработку поверхности – 1 мм (по карте 2[7]).

Станок:

- модель – Neckert НЕС 400 D;
- максимальная частота вращения шпинделя n , мин-1 15000;
- диапазон скорости подачи, мм/мин, по осям $-x$: 0,05...20000; z : 0,05...40000;
- мощность привода главного движения, кВт – 19.

Операция:

- базирование – призмы.

Выбор стадий обработки.

По карте 1, лист 1[7] определяем необходимые стадии обработки. Для получения размеров детали, соответствующих 11-му качеству, из заготовки 14-го качества необходимо вести обработку в одну стадию: чистовую.

Используемый инструмент

Применяемый режущий инструмент описан в пункте 2.2.

Выбор подачи

Для чистовой стадии обработки подачу выбираем по карте 6[7]. При растачивании отверстия диаметром до 180 мм с глубиной резания до 1 мм рекомендуется подача $S_{от} = 0,22$ мм/об. По карте 8[7] определяем поправочные коэффициенты на подачу для черновой стадии обработки для измененных условий обработки в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{сМ}=1,2$;
- схемы установки заготовки $K_{сУ}=1$;
- радиуса вершины пластины $K_{сR}=0,85$;
- качества обрабатываемой заготовки $K_{сК}=1,15$;
- геометрических параметров резца $K_{сФ}=1$;
- жесткости станка $K_{сЖ}=1,0$.

Окончательную подачу для черновой стадии обработки определяем по формуле (6):

					<i>ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		56

$$S_0 = S_{0T} \cdot K_{SM} \cdot K_{SY} \cdot K_{SR} \cdot K_{SK} \cdot K_{S\varphi} \cdot K_{Sj}, \quad (13)$$

подставляя, ранее найденные значения, получим:

$$S_0 = 0,22 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 = 0,26 \text{ мм/об.}$$

Выбор скорости резания.

Рекомендуемые значения скорости резания для чистовой стадии обработки выбираем по карте 22[7].

Для чистовой стадии обработки с глубиной резания до 1 мм и подачей $S_0 = 0,26$ мм/об. скорость резания $v_T = 265$ м/мин.

По карте 23 [7] выбираем поправочные коэффициенты на скорость резания при чистовой стадии обработки для измененных условий в зависимости от:

- группы обрабатываемости материала $K_{vc} = 1$;
- вида обработки $K_{vo} = 1$;
- жесткости станка $K_{vj} = 1$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{vM} = 1,4$;
- геометрических параметров резца $K_{v\varphi} = 1$;
- период стойкости режущей части $K_{vT} = 1$;
- наличия охлаждения $K_{vj} = 1$.

Окончательную скорость резания для черновой стадии обработки определяем по формуле (7):

$$v = v_T \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vM} \cdot K_{v\varphi} \cdot K_{vT} \cdot K_{vae}, \quad (14)$$

подставляя, ранее найденные значения, получим:

$$v = 265 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 371 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле (8):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (15)$$

где D – диаметр обработки, подставляя значения получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 371}{3,14 \cdot 160} = 738 \text{ об/мин.}$$

Полученные режимы резания вносим в таблицу 6.

					ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		57

Для остальных переходов операции 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ режимы резания рассчитаем аналогично, результаты расчетов внесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Режимы резания для операции 010

Номер перехода	Глубина резания t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания v , м/мин	Количество оборотов шпинделя n , об/мин
2	1,7	1,2	284,8	725
3	2	0,57	172	365
4	1	0,26	371	738
5	1	0,26	371	677
6	2	0,57	172	309
7	6	0,19	118	207
8	2	0,36	315	3342
9	0,3	3	141	248
11	1,7	1,2	284,8	725
12	2	0,57	172	365
13	1	0,26	371	457
14	0,7	0,21	371	437
15	15	0,378	34,8	369
16	1,7	0,48	284,8	4533
17	12	0,378	34,8	462
18	1,5	3	16,3	192

Расчет норм времени

Произведем подробное нормирование операции 010 Комплексной на ОЦ с ЧПУ.

Норма времени состоит из нормы штучного времени и подготовительно-заключительного времени и определяется по формуле (16):

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (16)$$

где n – количество деталей в партии.

Норма штучного времени для станков с ЧПУ определяется по формуле (17):

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{тех} + \alpha_{орг} + \alpha_{отд}}{100}\right), \quad (17)$$

где $K_{ТВ} = 1$ – коэффициент ручного вспомогательного времени, определяемый по карте 1 [8]);

T_B – ручное вспомогательное время, определяется по формуле (18):

$$T_B = T_{B.Y} + T_{B.OP} + T_{B.IZM} \quad (18)$$

где $T_{B.Y}$ – время на установку и снятие детали, по карте 13 [8] определяем:

$$T_{B.Y} = 2,7 \text{ мин};$$

$T_{B.OP}$ – вспомогательное время, связанное с операцией (не вошедшее в программу: время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки), по карте 14 [8] определяем:

$$T_{B.OP} = 0,54 \text{ мин};$$

$T_{B.IZM}$ – вспомогательное неперекрываемое время на измерение, в данном технологическом процессе все вспомогательное время на измерение будет перекрываемым.

Подставляя значения в формулу (18), получим:

$$T_B = 2,7 + 0,54 + 0 = 3,24 \text{ мин.}$$

Время цикла автоматической работы станка по программе $T_{ЦА}$ определяется по формуле (19):

$$T_{ЦА} = T_{ОА} + T_{МВ} \quad (19)$$

где $T_{ОА}$ – основное время автоматической работы станка по программе, определяется по формуле (20);

$T_{МВ} = 0,72$ мин – машинно-вспомогательное время по программе (перемещения холостого хода, смена инструмента, отвод инструмента в ноль, технологические паузы и т.п.).

$$T_{ОА} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{mi}}, \quad (20)$$

где L_i – длина пути, проходимого инструментом подачи с учётом врезания и перебега на переходе;

S_{Mi} – минутная подача на переходе. Подставляя значения, получим:

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		59

$$T_{\text{оА}} = \frac{1747,5}{870} + \frac{355}{208} + \frac{103}{192} + \frac{47}{176} + \frac{39}{176} + \frac{4}{39} + \frac{1058}{1203} + 5 \cdot \frac{39}{744} + \frac{1747,5}{870} + \frac{34}{208} + \frac{22}{118} + \frac{12}{92} + 4 \cdot \frac{222}{239} + 7 \cdot \frac{471,2}{2175} + 12 \cdot \frac{45}{175} + 12 \cdot \frac{36}{576} = 21,65 \text{ мин.}$$

Подставляя значения в формулу (19), получим:

$$T_{\text{цА}} = 21,65 + 0,72 = 22,37 \text{ мин.}$$

Коэффициент $\alpha_{\text{ТЕХ}} + \alpha_{\text{ОРГ}} + \alpha_{\text{ОТД}}$ времени на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности определяется по карте 16 [8]: $\alpha_{\text{ТЕХ}} + \alpha_{\text{ОРГ}} + \alpha_{\text{ОТД}} = 8\%$.

Подставляя значения в формулу (17), рассчитаем норму штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (22,37 + 3,24) \cdot (1 + 0,08) = 27,66 \text{ мин.}$$

Норма подготовительно-заключительного времени определяется по формуле (21):

$$T_{\text{ПЗ}} = T_{\text{ПЗ1}} + T_{\text{ПЗ2}} + T_{\text{ПЗ3}}, \quad (21)$$

где $T_{\text{ПЗ1}}$ – время на организационную подготовку, по карте 21 [8] определяем:

$$T_{\text{ПЗ1}} = 13 \text{ мин.}$$

$T_{\text{ПЗ2}}$ – время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств, по карте 21 [8] определяем: $T_{\text{ПЗ2}} = 23,3 \text{ мин.}$

$T_{\text{ПЗ3}}$ – время на пробную обработку, по карте 28 [8] определяем: $T_{\text{ПЗ3}} = 67,11 \text{ мин.}$

Подставляя значения в формулу (21) получим:

$$T_{\text{ПЗ}} = 13 + 23,3 + 67,11 = 103,41 \text{ мин.}$$

Расчет потребного количества оборудования с учетом всех деталей, обрабатываемых на участке

Расчет потребного количества оборудования произведем для проектируемого участка механической обработки. По заданию на дипломное проектирование готовая программа выпуска рассматриваемой детали «Корпус» MKTS-200.25.02.001 составляет 700 шт. Общая годовая программа выпуска участка составляет 3600 штук. В дальнейшем при расчете потребного количества

оборудования примем штучное время обработки деталей на участке, равным штучному времени изготовления детали-представителя.

Потребность в оборудовании механического участка определяется по формуле (22):

$$C_i = \frac{F_i}{F_{до}}, \quad (22)$$

где F_i – трудоемкость изготовления партии деталей на i -ом оборудовании (годовой фонд);

$F_{до}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования с учетом сменности работ.

Трудоемкость изготовления партии деталей определяется по формуле (23):

$$F_i = \frac{t_{шт} \cdot N_r}{60}, \quad (23)$$

где $t_{шт}$ – штучное время операции механической обработки на станке.

Расчет трудоемкости изготовления партии детали сведен в таблицу 7.

Таблица 7 – Применяемое металлорежущее оборудование

Операция, оборудование	$t_{шт}$, мин	F , ч
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, HeckertHEC 400 D	27,66	1659,6
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, HeckertHEC 400 D	29,63	1777,8

Действительный годовой фонд оборудования определяется по формуле (24):

$$F_{до} = D \cdot T_{см} \cdot q \cdot \varphi, \quad (24)$$

где $D = 247$ дней – количество рабочих дней в году;

$T_{см} = 8$ ч – продолжительность смены;

$q = 1$ – количество смен в сутках;

$\varphi = 0,95$ – коэффициент использования номинального фонда времени.

Подставляя значения в формулу (24), получим:

$$F_{до} = 247 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1877,2 \text{ ч}$$

Расчетное и потребное количество основного металлорежущего оборудования сведено в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчетное и потребное количество основного оборудования

Операция, оборудование	Расчетное число станочного оборудования	Принятое число станочного оборудования	Коэфф. загрузки, %
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, Heckert HEC 400 D	0,88	1	88
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, Heckert HEC 400 D	0,95	1	95

Описание планировки участка

Для изготовления детали-представителя «Корпус» MKTS-200.25.02.001 был рассчитано потребное количество основного оборудования, и спроектирована планировка участка для обработки данных деталей.

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 грузоподъемностью 3т. 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:

- два горизонтально-обрабатывающих центра Heckert HEC 400 D;
- моечная машина;
- контрольно-измерительная машина Wenzel LH 54.

Общая схема перемещения заготовок по участку выглядит следующим образом: со склада материалов и заготовок в производственной таре с помощью мостового крана поступают на промежуточный склад заготовок 1 и склад накопитель заготовок 2, с данного склада, по мере необходимости изготовления деталей, заготовки перемещаются к основному технологическому оборудованию для обработки, далее заготовка поступает на участок мойки и промежуточного контроля на контрольно-измерительной машине, после проверки всех размеров и технических требований, предъявляемых к детали, она перемещается на сборочный участок или перемещается на промежуточный склад готовых деталей 3.

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		63

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Проектирование станочного приспособления

1) Проектирование, расчет и описание работы применяемого станочного приспособления

Проектирование и расчет станочного приспособления произведем для операции 010 комплексная на ОЦ с ЧПУ по методике [9].

Этап 1. Результаты анализа технического задания

Цель этапа – выявить ограничения на проектирование станочного приспособления и уточнить задачи проектирования.

Стадия 1. Результаты формирования задания на проектирование станочного приспособления

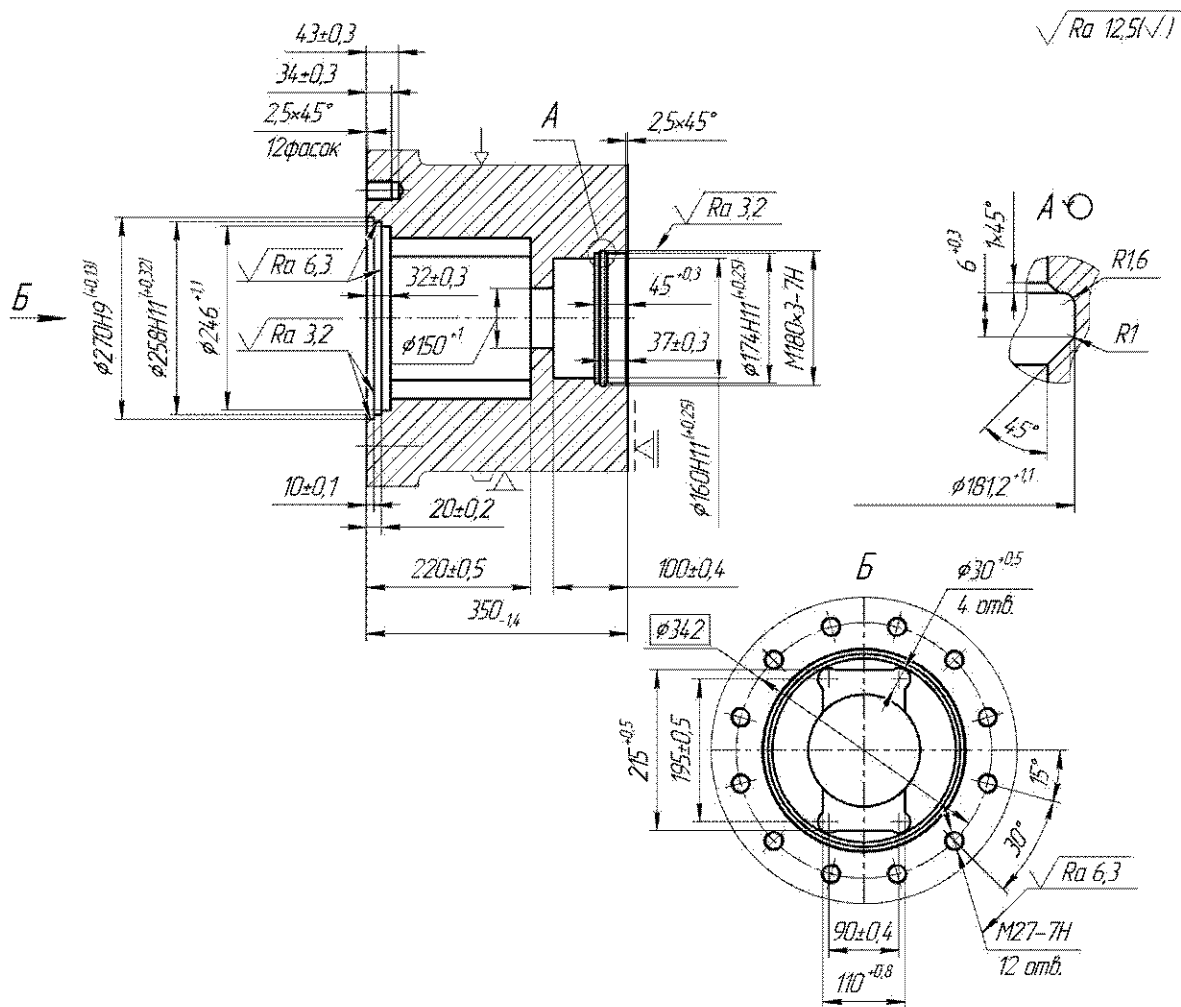


Рисунок 27 – Эскиз операции 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

					ЮУрГУ-151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		64

Ограничение на проектирование:

- заготовка – тело вращения с центральным отверстием;
- обрабатываемая поверхность – торец (наибольшая величина сил резания);
- схема установки – на операционном эскизе;
- силовой привод – пневматический;
- форма контактной поверхности базирования – цилиндрическая наружная и плоская наружная;
- форма контактной поверхности силового замыкания – цилиндрическая наружная.

Стадия 2. Результаты разработки эскиза заготовки, поступающей на выполняемую операцию

На этой стадии определяются параметры заготовки, поступающей на выполняемую операцию. На рисунке 28 приведен эскиз заготовки поступающей на операцию, с указанием параметров, которые накладывают ограничение на проектирование станочного приспособления.

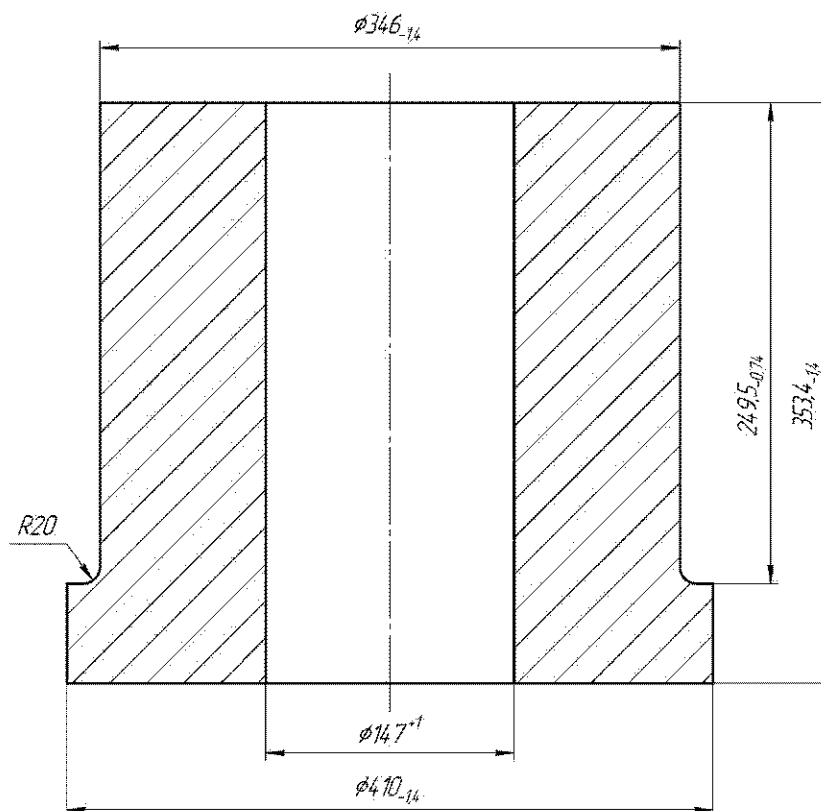


Рисунок 28 – Результаты разработки эскиза заготовки,

Стадия 3. Результаты уточнения схемы обработки

На этой стадии уточняются особенности выполнения операции, связанные с конструкцией станочного приспособления, путем разработки возможной схемы обработки (рисунок 29).

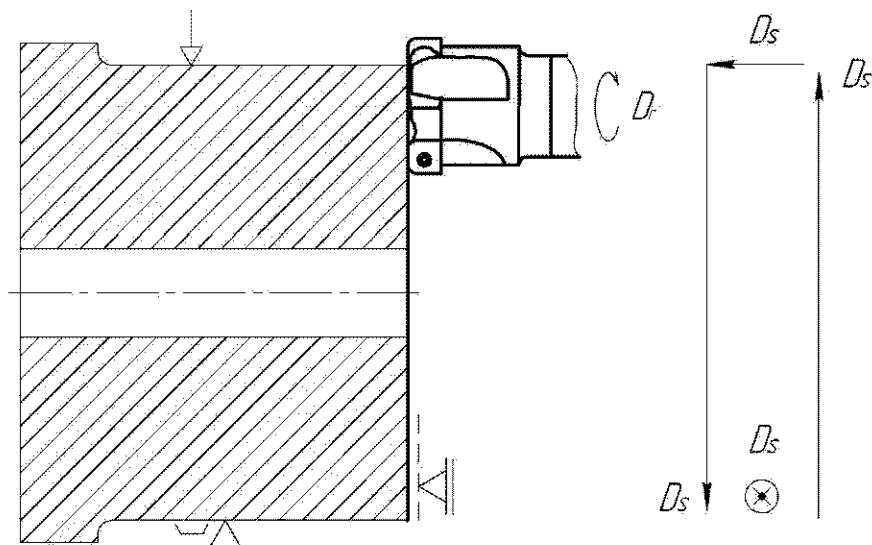


Рисунок 29 – Результаты разработки возможной схемы обработки

Стадия 4. Результаты уточнения задачи проектирования станочного приспособления

На этой стадии уточняется задача проектирования станочного приспособления с учетом определенных выше условий выполнения операции.

Для рассматриваемой операции комплексной на ОЦ с ЧПУ необходимо разработать конструкцию станочного приспособления при выполнении условий, установленных на стадиях 1,2, 3.

Этап 2. Результаты разработки принципиальной схемы

Цель этапа – разработать принципиальную схему станочного приспособления, наилучшим образом удовлетворяющую условиям выполнения технологической операции.

Стадия 1. Результаты разработки схемы установки

На этой стадии осуществляется переход от теоретической схемы установки заготовки к схеме расположения установочных элементов в станочном приспособлении (рисунок 30).

Далее разрабатывается теоретическая схема базирования заготовки в проектируемом станочном приспособлении.

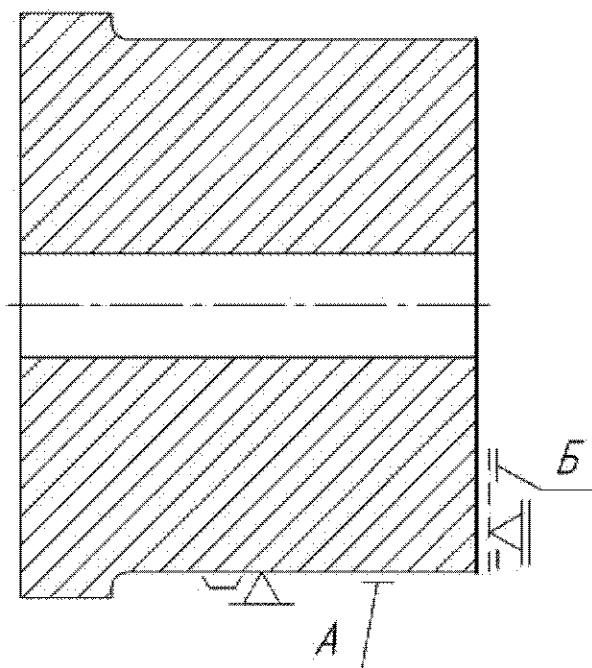


Рисунок 30 – Теоретическая схема установки заготовки

Возможен только один вариант схемы базирования на операции, приведенной на рисунке: поверхность А – двойная направляющая база, поверхность Б – опорная база.

Возможный вариант схемы установки показан на рисунке 32.

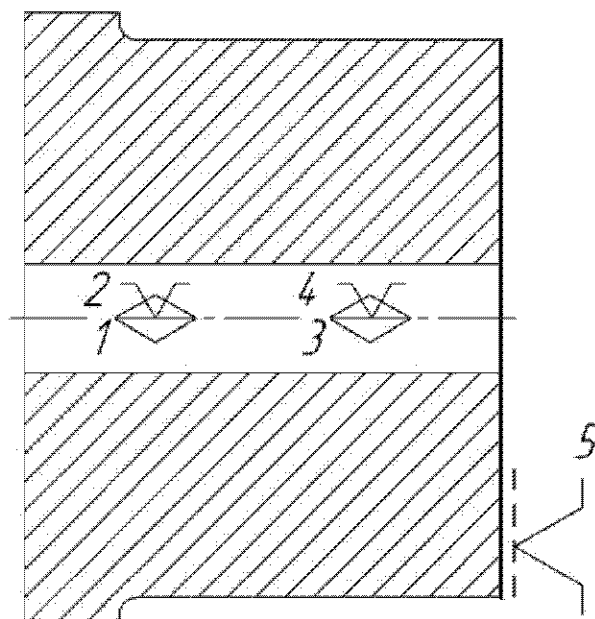


Рисунок 31 – Результаты разработки теоретической схемы базирования

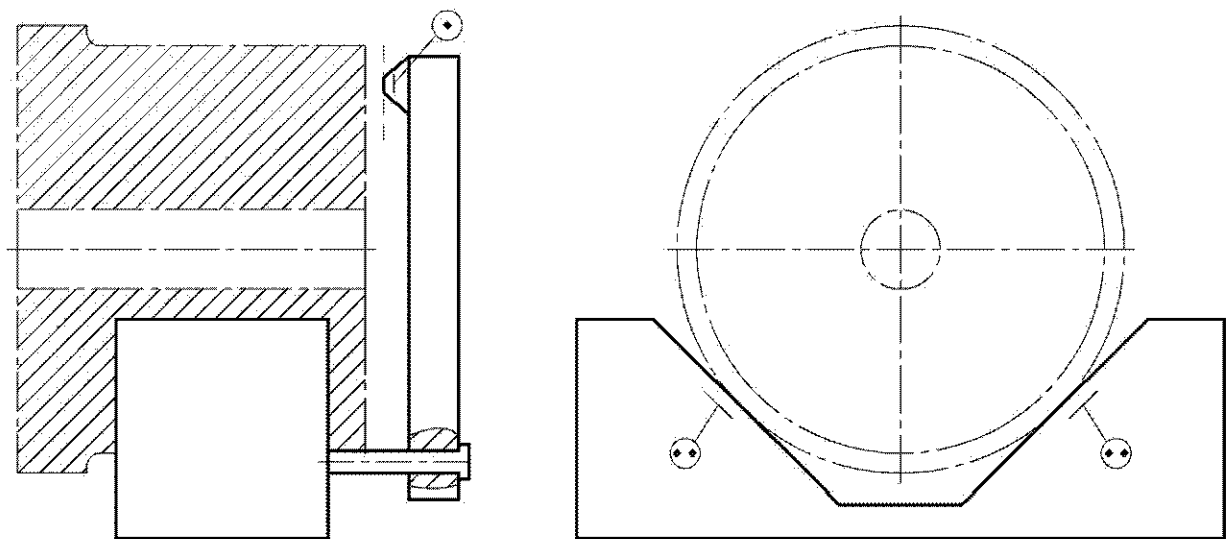


Рисунок 32 – Возможный вариант схемы установки

Стадия 2. Результаты разработки схемы закрепления

На этой стадии осуществляется переход от теоретической схемы закрепления (рисунок 33) к схеме зажимного устройства в станочном приспособлении (рисунок 34).

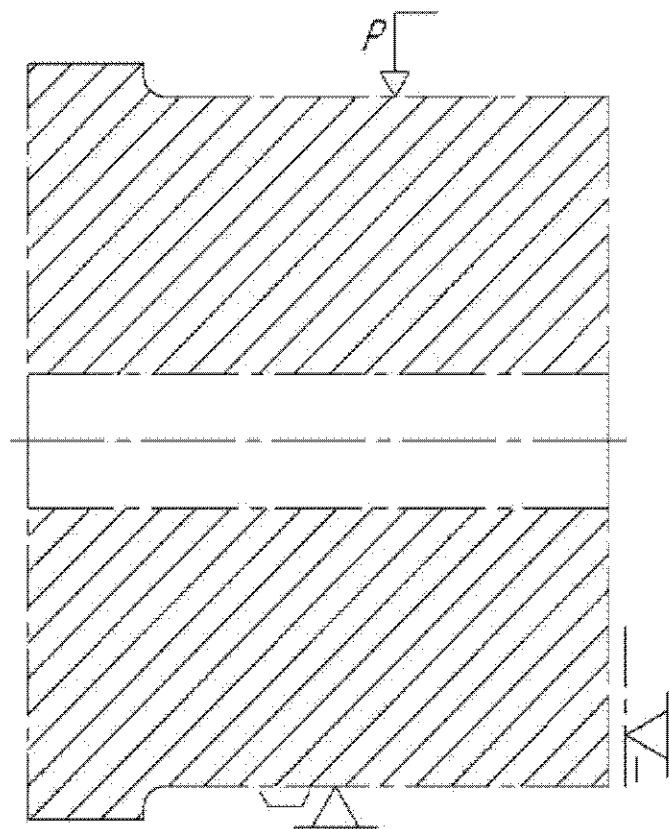


Рисунок 33 – Теоретическая схема закрепления

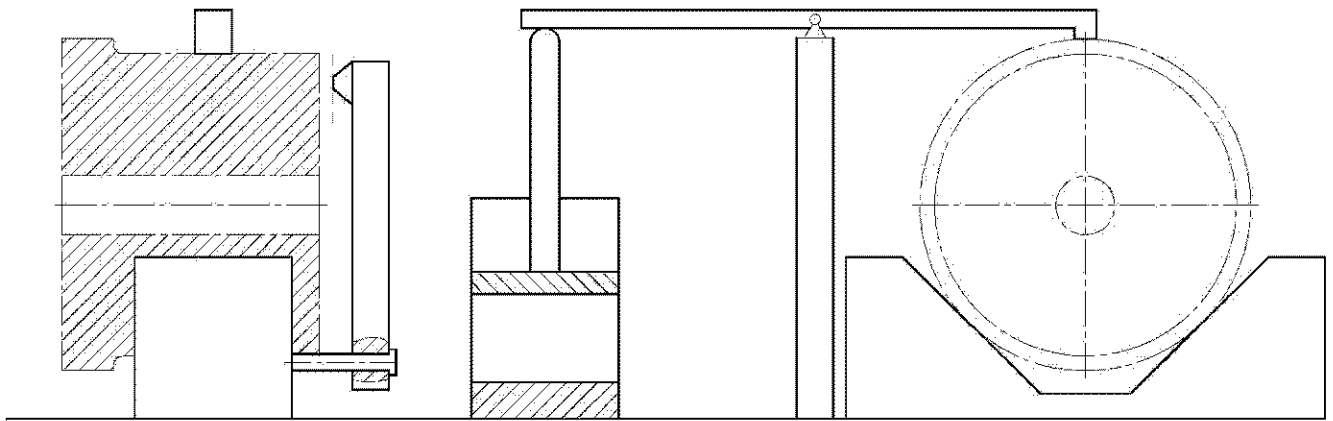


Рисунок 34 – Результаты разработки схемы закрепления заготовки в станочном приспособлении

Стадия 3. Результаты разработки схемы дополнительных устройств

На этой стадии осуществляется реализация дополнительных функций станочного приспособления (на уровне принципиальных решений).
Дополнительных устройств нет.

Стадия 4. Результаты разработки схемы корпуса

На этой стадии разработки принципиальной схемы осуществляется разработка элементов корпуса (на уровне принципиальных решений). Корпус станочного приспособления разработан вместе с принципиальной схемой закрепления заготовки в станочном приспособлении.

Стадия 5. Результаты разработки принципиальной схемы станочного приспособления

На этой стадии формируется принципиальная схема с учетом результатов, полученных на стадиях 1, 2, 3 и 4 (на уровне принципиальных решений) (рисунок 35).

Стадия 6. Результаты анализа принципиальной схемы станочного приспособления

На этой стадии разработки принципиальной схемы производится ее анализ.

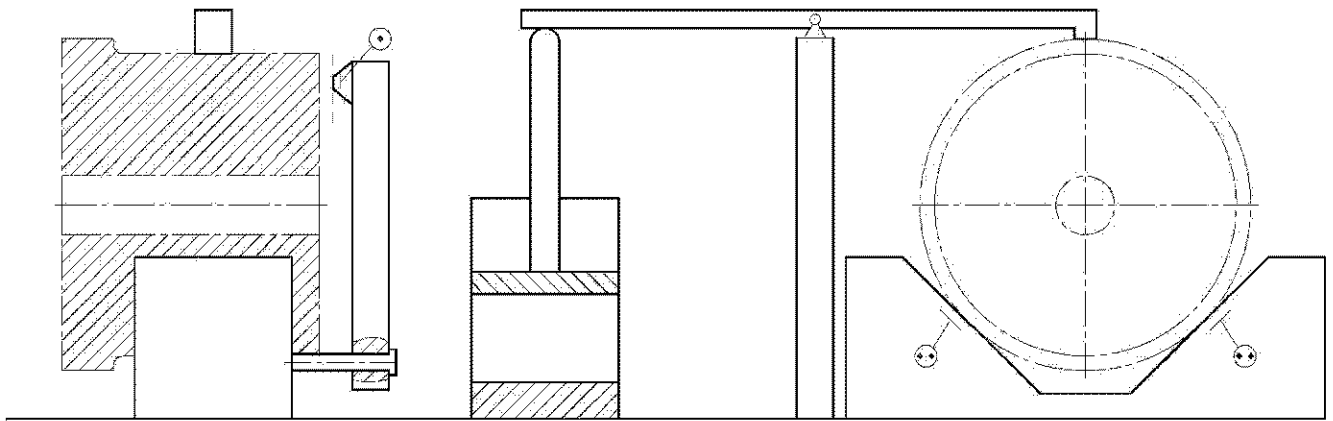


Рисунок 35 – Результаты разработки принципиальной схемы СП

Анализ разработанной принципиальной схемы СП (см. рисунок 35) показывает следующее:

- в представленной схеме применены все ограничения применяемые в ТП;
- установка и снятие заготовки не вызывает затруднений;
- к заготовке свободно подводится и отводится режущий инструмент, удаляется стружка, подается СОЖ и т.д;
- принципиальная схема может быть применена за конструкцию будущего станочного приспособления.

Этап III. Результаты определения условий закрепления заготовки в станочном приспособлении

Цель этапа – определение параметров зажимного устройства с учетом его структуры, полученной при разработке принципиальной схемы.

Стадия 1. Результаты определения лимитирующего силового параметра

При решении этой задачи необходимо из множества силовых параметров – сил и моментов резания определить тот из них, который оказывает наиболее неблагоприятное действие на заготовку, закрепленную в станочном приспособлении. Наиболее неблагоприятным параметром действующим на заготовку будет являться составляющая силы резания P_z , которая действует в вертикальной плоскости перпендикулярно направлению главного рабочего движения. Данная сила будет стремиться повернуть заготовку в плоскости движения подачи фрезерного шпинделя (рисунок 36).

Стадия 2. Результаты разработки расчетной схемы

При решении этой задачи разрабатывается расчетная схема при наиболее неблагоприятном действии силовых параметров (сил и моментов резания) обработки на заготовку. Условие сдвига заготовки при обработке представлено на рисунке 37.

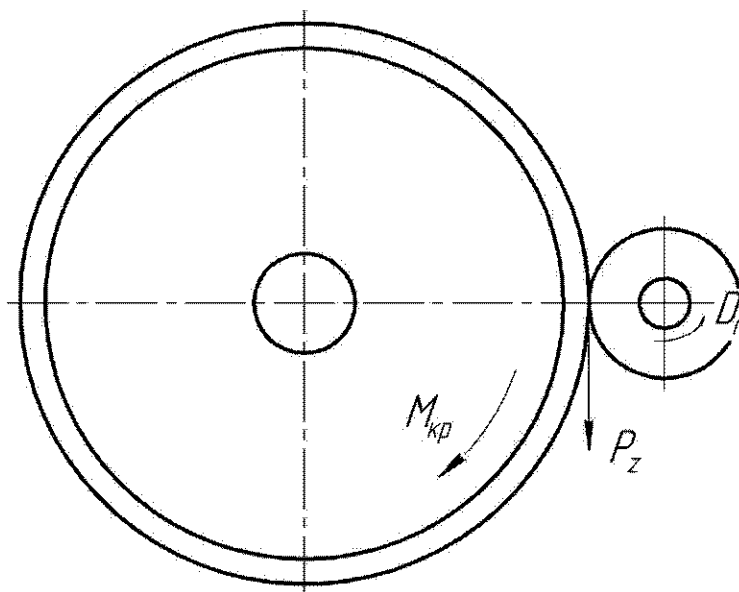


Рисунок 36 –Результат определения лимитирующего силового параметра

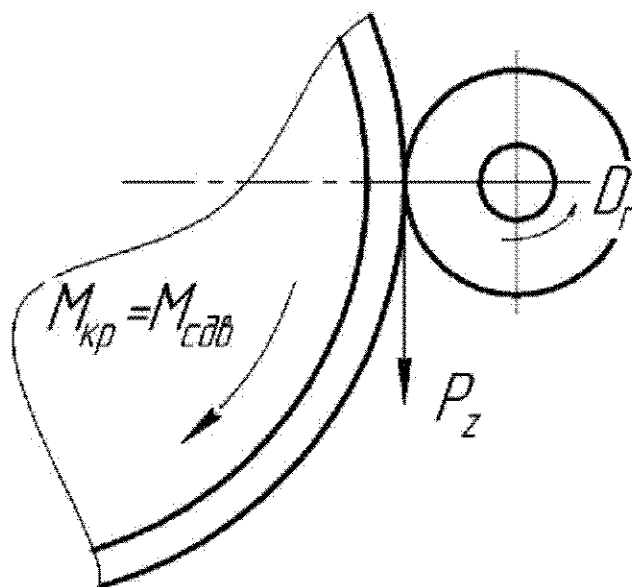


Рисунок 37 – Условия сдвига (поворота) заготовки

Далее формируем расчетную схему (рисунок 38), с помощью которой выведем уравнение силового замыкания заготовки в приспособлении и определим силу закрепления W .

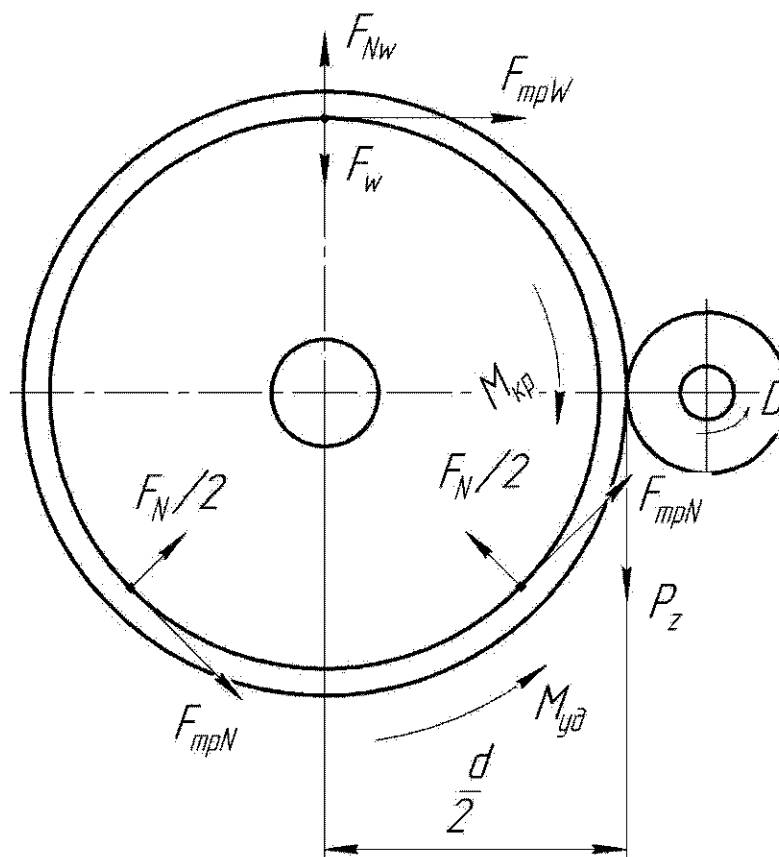


Рисунок 38 – Расчетная схема

Стадия 3-5. Расчет конкретного значения теоретической силы закрепления

Условие удержания заготовки (силового замыкания) в приспособлении выражается в формуле (25):

$$\sum M_{уд} = K \cdot \sum M_{сдв}, \quad (25)$$

где: $\sum M_{уд}$ – сумма удерживающих моментов, не позволяющих провернуть заготовку;

$\sum M_{сдв}$ – сумма сдвигающих моментов, стремящихся провернуть заготовку;

K – коэффициент надежности закрепления заготовки.

В соответствии с рисунком 38 – $\sum M_{уд}$ и $\sum M_{сдв}$ определяются по формулам (26) и (27) соответственно:

$$\sum M_{\text{вкл}} = M_W + M_N = f_W \cdot F_W \cdot R_W + f_N \cdot F_N \cdot R_N, \quad (26)$$

$$\sum M_{\text{сшв}} = P_z \cdot \frac{d}{2}, \quad (27)$$

где F_W – искомая сила закрепления;

$R_W = 173$ мм – плечо силы закрепления F_W ;

$f_W = 0,35$ – коэффициент трения-сцепления силы закрепления F_W (принимается по [9]);

$f_N = 0,25$ – коэффициент трения-сцепления реакции опоры F_N (принимается по [9]);

$d = 410$ мм – наибольший диаметр обрабатываемой заготовки;

P_z – наибольшая составляющая силы резания.

Для последующего нахождения наибольшей составляющей силы резания P_z определим мощность резания, затем главную составляющую силы резания P_z . В соответствии с [9] определим мощность резания N , которая определяется по формулам (28) и (29) :

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт} \quad (28)$$

$$N = 13,7 \cdot 10^{-5} \cdot t^{0,1} \cdot S_m^{0,75} \cdot B^{1,1} \cdot z^{0,25} \cdot D^{-0,3} \cdot n^{0,25}, \text{ кВт}, \quad (29)$$

Приравнявая формулы (28), (29) выразим главную составляющую силы резания P_z :

$$P_z = \frac{8,38 \cdot t^{0,1} \cdot S_m^{0,75} \cdot B^{1,1} \cdot z^{0,25} \cdot D^{-0,3} \cdot n^{0,25}}{v}, \quad (30)$$

где $t = 1,7$ мм – глубина резания;

$S_m = 870$ мм/мин – подача минутная;

$B = 62,5$ мм – ширина фрезерования;

$z = 10$ – число зубьев фрезы;

$D = 125$ мм – диаметр фрезы;

$n = 725$ об/мин – частота вращения шпинделя;

$v = 284,8$ м/мин – скорость резания.

Подставляя значения в формулу (30), получим:

$$P_z = \frac{8,38 \cdot 1,7^{0,1} \cdot 870^{0,75} \cdot 62,5^{1,1} \cdot 10^{0,25} \cdot 125^{-0,3} \cdot 725^{0,25}}{284,8} = 1006,5 \text{ Н},$$

Из формулы (25), подставляя формулы (26) и (27) выразим силу закрепления W :

$$F_w = \frac{K \cdot P_z \cdot d}{2 \cdot (f_w \cdot R_w + f_n \cdot R_n)}. \quad (31)$$

Коэффициент надежности закрепления заготовки K определяем по формуле (32):

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6, \quad (32)$$

где $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса (для всех случаев);

$K_1 = 1,2$ – коэффициент увеличения сил резания при затуплении инструмента;

$K_2 = 1,2$ – коэффициент увеличения сил резания из-за колебания припусков на заготовках (черновая обработка);

$K_3 = 1$ – коэффициент изменения сил резания при обработке прерывистых поверхностей (обработка гладких поверхностей);

$K_4 = 1$ – коэффициент непостоянства сил при закреплении (пневматический зажим);

$K_6 = 1,5$ – коэффициент неопределенности мест контакта базовых поверхностей заготовок с плоскими поверхностями установочных элементов (опора с большой поверхностью контакта).

Подставляя значения в формулу (32), получим:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7.$$

Подставляя значения в формулу (32), получим:

$$F_w = \frac{2,7 \cdot 1006,5 \cdot 410}{2 \cdot (0,35 \cdot 173 + 0,25 \cdot 173)} = 5367 \text{ Н}.$$

Стадия 6. Результаты разработки расчетной схемы зажимного устройства

При решении этой задачи устанавливается связь между теоретической силой закрепления F_w и параметрами силового привода (рисунок 39).

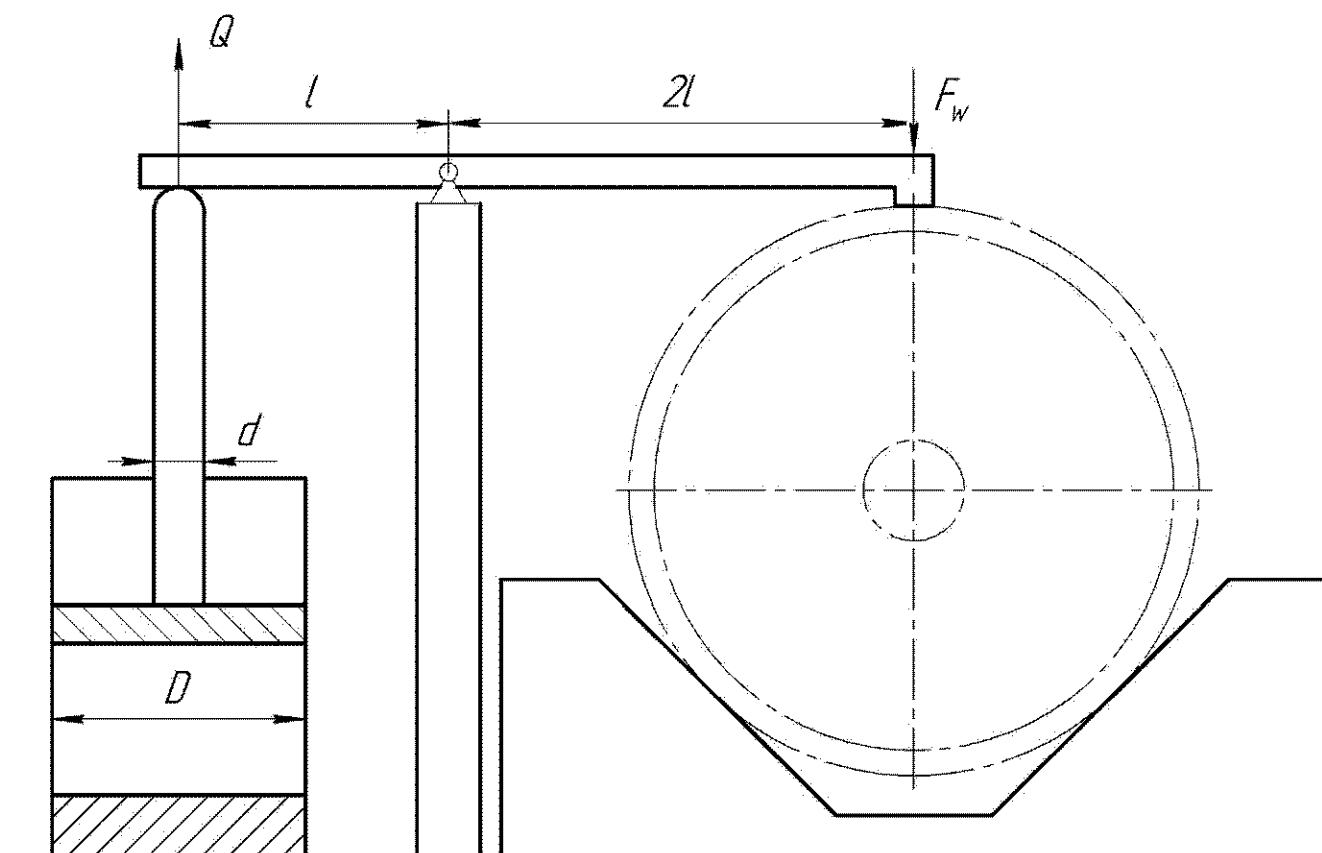


Рисунок 39 – Расчетная схема для определения параметров зажимного устройства

Стадия 7-9. Определение параметров зажимного устройства

Уравнение для расчета параметров зажимного устройства принимаем по [9]. Уравнение силового замыкания для пружинно-гидравлического цилиндра определяется по формуле (33):

$$Q = \frac{F_w}{i \cdot \eta} \quad (33)$$

где i – передаточное отношение силового механизма, при $l_1 = 2l_2$ $i = 0,5$;

η – коэффициент полезного действия (для механизма простой конструкции),
 $\eta = 0,95$.

Подставляя значения в формулу (33), получим:

$$Q = \frac{5367}{0,5 \cdot 0,95} = 11300 \text{ Н.}$$

Тяговое усилие Q , так же определяется по формуле (34)

$$Q = q_B \cdot S, \quad (34)$$

где $q_B = 0,63$ МПа – давление воздуха в заводской воздушной магистрали;

S – площадь рабочей части пневмоцилиндра, определяемая по формуле (35):

$$S = 0,785 \cdot (D^2 - d^2), \quad (35)$$

где D – диаметр поршня пневмоцилиндра;

d – диаметр штока пневмоцилиндра.

Подставляя формулу (34) в формулу (35), выражаем диаметр поршня пневмоцилиндра D :

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot q_B} + d^2} \quad (36)$$

Для определения диаметра поршня пневмоцилиндра воспользуемся методом приближения (интеграции), так как диаметр штока не известен. Определяем приближенное значение диаметр поршня пневмоцилиндра D принимая $d = 0$. Подставляя значения в формулу (36), получим:

$$D = \sqrt{\frac{11300}{0,785 \cdot 0,63} + 0^2} = 151,2 \text{ мм.}$$

Для полученного диаметра поршня по ГОСТ 6540-68 [10] уточняем диаметр штока $d = 63$ мм.

Вернувшись к общей зависимости по формуле (36) определяем уточненное значение поршня пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{11300}{0,785 \cdot 0,63} + 63^2} = 163,7 \text{ мм.}$$

Окончательно принимаем диаметр стандартного поршня по ГОСТ 6540-68:
 $D = 160$ мм.

Проектирование режущего инструмента

Расточная оправка для обработки отверстия диаметром 175 мм

Для обработки отверстия корпуса диаметром 175H14 мм на операции 015 комплексной на ОЦ ЧПУ спроектируем расточную оправку.

Исходные данные для проектирования:

- материал корпуса – сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89;
- шероховатость обрабатываемой поверхности $Ra12,5$ мкм;
- диаметр растачивания $\varnothing175$ мм, глубина растачивания 2 мм.

Для обработки отверстия корпуса на горизонтальном обрабатывающем центре Heckert HEC 400 D выбираем расточную оправку с конусом HSK-A 63 7:24 ISO. За основу принимаем оправки фирмы ISCAR.

Данные оправки предназначены для черновой и получистовой обработки отверстий и применяются на станках с ЧПУ сверлильно-расточной и фрезерной групп. Для получистового растачивания рекомендуется применять оправки с двумя резами. Выбираем резцы с СМП по типу SCLNR/Lc пластиной типа CNMG.

Выбираем способ крепления пластины винтом или тип S – это наиболее широко применяемая схема, она технологична и удобна для растачивания, так как крепление пластины в державке находится внутри и не препятствует растачиванию.

По каталогу ISCAR выбираем твердосплавную пластину: CNMG090412L (рисунок 40) с 4 режущими кромками, материал пластины ISO TC40PT, который соответствует твердому сплаву T15K6.

Расчет державки резца на прочность и жесткость

Рассчитаем токарный проходной отогнутый резец с пластиной из твердого сплава для получистового обтачивания. Для этого воспользуемся рассчитанными ранее данными.

					ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		77

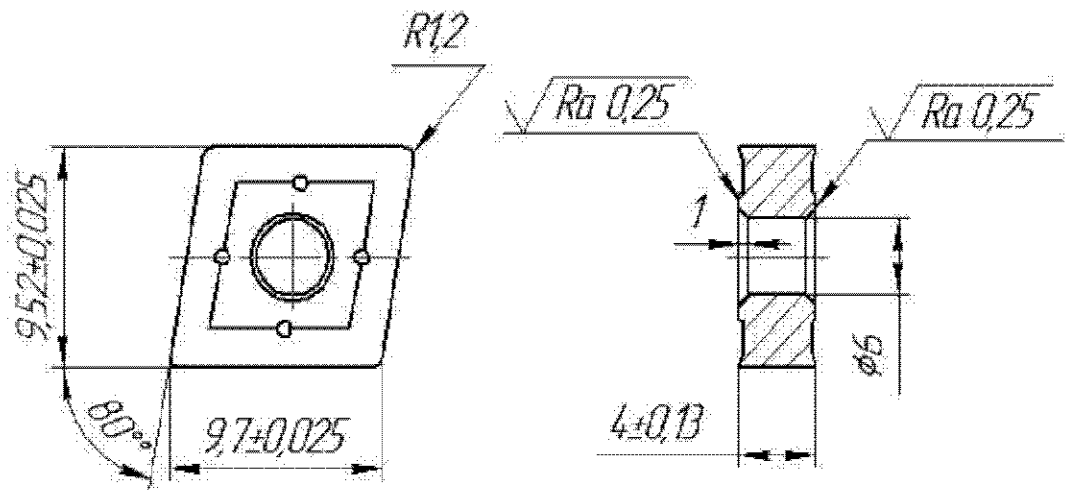


Рисунок 40 – Пластина для растачивания отверстия

В качестве материала для корпуса резца выбираем углеродистую сталь 40X с $\delta_B=650$ МПа; $\delta_{и.д.}=200$ МПа. Вылет резца принимаем равным 10 мм.

Сила резания P_z составляет 814 Н.

Ширина прямоугольного сечения корпуса резца определяется по формуле (37):

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{2.56\sigma_{и.д.}}}, \quad (37)$$

подставляя, получим:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 814 \cdot 10}{2.56 \cdot 610}} = 11 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее большее сечение корпуса $a \cdot b = 12$ мм, тогда:

$$h = 1,6 \cdot b = 1,6 \cdot 12 = 19,2 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее значение сечения державки: 20×12 мм.

Проверяем прочность и жесткость корпуса резца. Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца:

$$P_{здю} = \frac{bh^2\sigma_{и.д.}}{6l} \text{ кгс}, \quad (38)$$

подставляя, получим:

$$P_{здю} = \frac{12 \cdot 20^2 \cdot 200}{6 \cdot 60} = 2667 \text{ Н.}$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца:

$$P_{zжжес} = \frac{3fEI}{l^3}, \quad (39)$$

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

$E = 205$ МПа – модуль упругости материала корпуса резца;

I – момент инерции:

$$I = \frac{12 \cdot 20^3}{12} = 8000 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

тогда:

$$P_{zжжес} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 20000 \cdot 8000}{60^3} = 2230 \text{ Н}.$$

Для определения жесткости и прочности резца должно выдерживаться условие:

$$\begin{cases} P_{здоп} > P_0, \\ P_0 < P_{зжест}. \end{cases}$$

Подставив полученные ранее значения, получим:

$$\begin{cases} 2667 \text{ Н} > 814 \text{ Н}, \\ 814 \text{ Н} < 2230 \text{ Н} \end{cases}$$

Из полученных расчетов видно, что резец обладает достаточной прочностью и жесткостью.

Сверло-зенковка для обработки отверстия диаметром 24 мм

Для обработки отверстия $\varnothing 24$ мм и снятия фаски $2,5 \times 450$ мм на операции 010 комплексной на ОЦ ЧПУ спроектируем комбинированное сверло.

Исходные данные для проектирования:

- материал корпуса – сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89;
- шероховатость обрабатываемой поверхности $Ra 12,5$ мкм.

В основу конструкции сверла взята конструкция корпуса сверла DCT фирмы ISCAR со сверлильной твердосплавной головкой $\varnothing 24$ мм и 2-мя пластинами ромбовидной формы (рисунок 41). Сверло спроектировано с 2-мя отверстиями для СОЖ, проходящими параллельно стружкоотводным канавкам. Данная конструкция корпуса сверла оставляет стружке больше пространства для

бесперебойного отвода из отверстия. Сверло состоит из корпуса, режущей головки IDP 239-SG, и 2-х пластин SOMX 010T306 ISO TC40PT (рисунок 42), крепежных винтов для закрепления пластин.

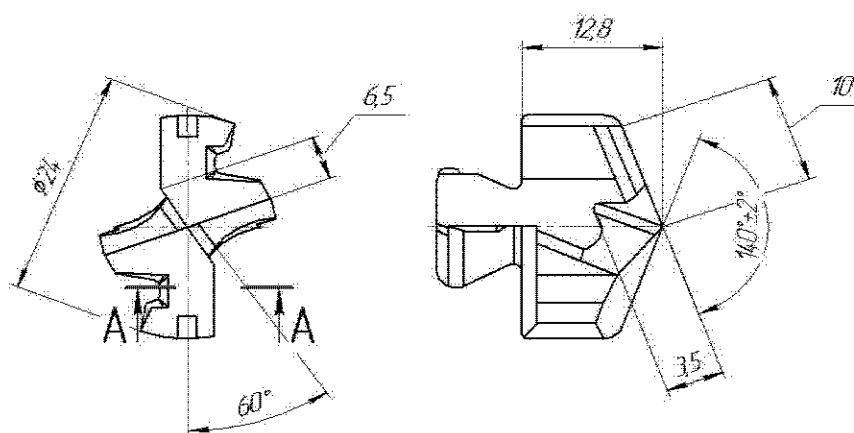


Рисунок 41 - Сверильная головка IDP 239-SG

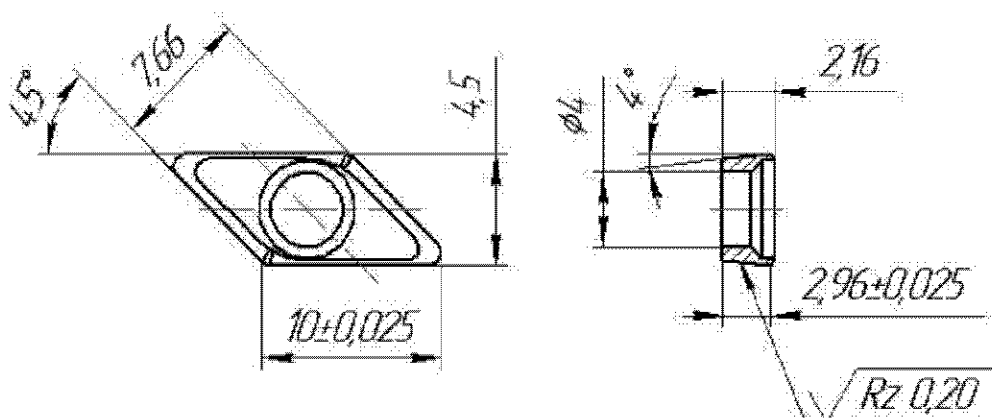


Рисунок 42 – Пластина SOMX 010T306 ISO TC40PT

Описание работы контрольного приспособления

Для автоматизированного контроля детали «Корпус MKTS-200.25.02.001» необходимо выбрать координатно-измерительную машину. Из существующих производителей координатно-измерительных машин наиболее распространены такие как:

- Dea;
- Tesa;
- Coord3;

- Wenzel;
- Carl Zeiss.

Выберем координатно-измерительную машину по следующим критериям:

- система координат;
- компоновка машины;
- сервисное обслуживание.

Исходя из формы детали (см. рисунок2) необходимо применение координатно-измерительной машины с прямоугольной системой координат и портальной компоновкой. Так же важно сервисное обслуживание на территории Российской Федерации.

По рассмотренным критериям наиболее подходящей контрольно-измерительной машиной является машина фирмы Wenzel LH 54 (рисунок 43). Данная фирма-производитель контрольно-измерительных машин имеет представительство в г. Екатеринбург. Основные технические характеристики Wenzel LH 54 представлены в таблице 9.

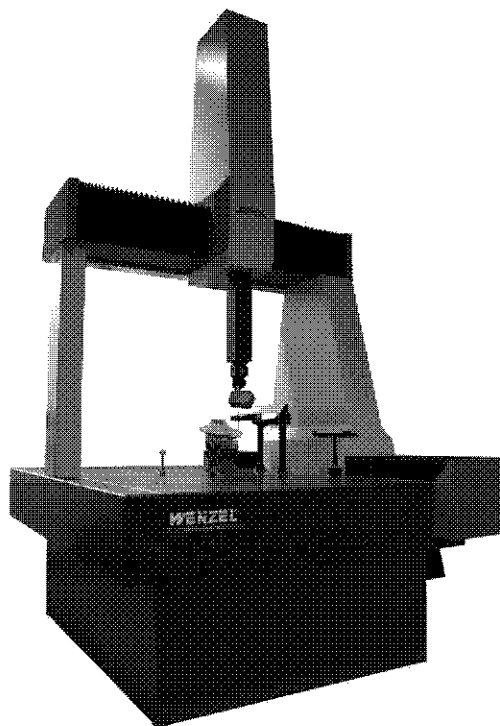


Рисунок 43 – Контрольно-измерительная машина Wenzel LH 54

Таблица 9 – Технические характеристики КИМ Wenzel LH 54

Максимально допустимый диапазон измерений по осям X/Y/Z, мм	500/600/400
Рабочая поверхность стола, мм	1180x715
Погрешность линейного измерения, мкм	2,1 + L/333
Вес машины, кг	770
Максимальный вес детали, кг	200
Повторяемость позиционирования в одной точке, мкм	2,1

Выбор измерительной системы и наконечников

В комплект машины Wenzel LH 54 входит координатная измерительная система SP600 фирмы RENISHAW (рисунок 44), а также автоматический, программно-управляемый магазин щупов на 6 мест.



Рисунок 44 – координатно-измерительная система SP600

Основные характеристики системы SP600 приведены в таблице 10.

Таблица 10– Технические характеристики измерительной система SP600

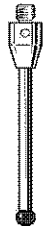
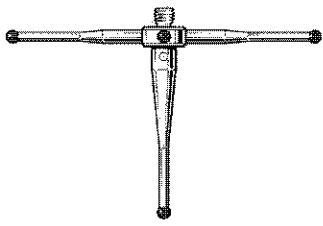
Характеристика	Параметр
Особенности датчика	Измерение по 3 осям (X, Y, Z)
Диапазон измерений относительно идеальной модели детали, мм	±1
Стандартный шаг головки при сканировании, мкм	0,5
Жесткость пружины, Н/мм	1,2
Рабочая температура, °С	от 10 до 40
Серия щупов	Щупы с резьбой М4

Произведем выбор измерительного щупа фирмы RENISHAW по следующим критериям:

- использование более коротких щупов (чем больше изгиб или отклонение щупа, тем ниже точность измерения);
- обеспечение минимального количества соединений в щуповой системе (каждое соединение щупа и удлинителей означает появление новых точек возможного изгиба или отклонения);
- использование в применяемых щупах шариков наиболее возможных размеров (при большем размере шарика увеличивается зазор между шариком и стержнем и, тем самым, снижается вероятность ложных срабатываний, вызванных случайным касанием измеряемой поверхности стержнем, так же шарик большего размера снижает влияние качества обработки поверхности измеряемой детали).

По рассмотренным критериям, для измерения зубьев цилиндрического и конического венца выбираем щуп из серии 50 мм А-5003-4799, для контроля остальных параметров выбираем звездообразный щуп А-5003-0077. Основные технические характеристики и схематическое изображение щупов представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Техническая характеристика щупов

Характеристика	Параметр	
	Маркировка	А-5003-4799
Диаметр шарика, мм	4	2
Диаметр стержневой части, мм	2	1,4
Эффективная рабочая длина, мм	38,5	11
Размах, мм	–	50
Схематическое изображение щупа		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе разработки технологии участка механической обработки деталей «Задвижки запорной МКТС 200.25» был:

- разработан возможный вариант технологического процесса изготовления одной детали из группы;
- выбран и обоснован метод получения исходной заготовки;
- сформирована операционно-маршрутная технология с выбором основного технологического оборудования, проектирования станочного приспособления и режущего инструмента;
- рассчитаны режимы резания и нормы времени на все операции для дальнейшего расчета необходимого количества оборудования;
- спроектирована планировка участка механической обработки.

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		85

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Батуев, В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие по выполнению курсового проекта / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 39 с.
- 2 Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: учебное пособие/ В.Ю. Шамин.– 5-е изд., перер. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 530 с.
- 3 ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 23 с
- 4 ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 59 с
- 5 ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения. – М.: Стандартиформ, 2008. – 22 с
- 6 ГОСТ 3.1502-85 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль.– М.: Изд-во стандартов, 1986. – 13 с
- 7 Гузеев В.И. Режимы резания для станков с ЧПУ: справочник/В.И. Гузеев В.А.Батуев, И.В. Сурков. – М.: Машиностроение, 2005. – 363 с.
- 8 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением: справочник: в 2 ч./ под ред. С.Ю. Романовой. – М.: Экономика, 1990. – Ч. 1. – 208 с.
- 9 Системное проектирование станочных приспособлений: справочник: в 2 т./ Ю.И. Мясников, В.Ю. Мясников; под ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2010. – Т. 2. – 336 с.
- 10 ГОСТ 6540-68 Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров.– М.: Изд-во стандартов, 1991. – 7 с

					<i>ЮУрГУ–151900.2016.039.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		86