

Министерство образования и науки Российской Федерации
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт металлургии, машиностроения и транспорта

Работа допущена к защите
Заведующий кафедрой «Технология машиностроения»
_____ Любомудров С.А.
«__» _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

**Тема: Повышение качества изготовления детали «Корпус» со стеллитовой
наплавкой**

по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
по образовательной программе
15.04.05_01 «Технология машиностроения»

Выполнил

студент гр. 23344/1

_____ Кунарев Е.А.

Руководитель

к.т.н., доцент

_____ Макарова Т.А.

Санкт-Петербург

2019

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт металлургии, машиностроения и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

« ___ » _____ 2019 г.

Заведующий кафедрой «Технология машиностроения»

_____ Любомудров С.А.

ЗАДАНИЕ

по выполнению выпускной квалификационной работы
студенту Кунарева Е.А.

- 1. Тема работы:** Повышение качества изготовления детали «Корпус» со стеллитовой наплавкой.
- 2. Срок сдачи студентом законченной работы:** 19 июня 2019 года.
- 3. Исходные данные по работе:** Чертеж детали, программа выпуска детали.
- 4. Содержание работы (перечень подлежащих разработке вопросов):** Титульный лист. Реферат. Содержание. Введение. Раздел 1. Литературный обзор. 1.1. Назначение клапанов. 1.2. Классификация судовой арматуры. 1.3. Требования, предъявляемые к арматуре физико-химического контроля. 1.4. Материалы, используемые для изготовления арматуры физико-химического контроля. 1.5. Анализ обрабатываемости материалов, используемых для производства детали «Корпус». 1.6. Определение цели и задач исследования. Раздел 2. Исследовательская часть. 2.1. Подбор режущего инструмента. 2.2. Подбор режимов резания для стеллитовой наплавки. 2.3. Исследование влияние режимов резания на температуру в наплавке. 2.4. Исследование влияние режимов резания на напряжение в наплавке. 2.5. Исследование влияние режимов резания на шероховатость поверхности после обработки. 2.6. Выводы по проведенному исследованию. Рекомендации по обработке стеллитовой наплавки детали «Корпус». Раздел 3. Технологическая часть. 3.1. Анализ чертежа детали. 3.2. Анализ технологичности детали в условиях обработки с применением оборудования с ЧПУ. 3.3. Выявление комплектов основных конструкторских баз. 3.4. Основные технологические задачи.

3.5. Определение объема выпуска. 3.6. Выбор исходных заготовок. 3.7. Разработка маршрутной технологии обработки. 3.8. Проектирование структуры операций обработки, подбор технологической оснастки, оборудования, средств измерения. 3.9. Разработка управляющей программы. 3.10. Разработка комплекта документации на спроектированные операции. 3.11. Выводы по результатам проектирования технологического процесса. Раздел 4. Конструкторская часть. 4.1. Исходные данные. 4.2. Определение сил резания. 4.3. Выбор установочных элементов. 4.4. Расчет силы зажима, проверка надежности установочных элементов. 4.5. Расчет погрешности установа. 4.6. Подбор зажимного приспособления. 4.7. Чертежи приспособления. 4.8. Выводы по результатам проектирования. Заключение. Список использованных источников.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей): Чертеж детали (1 лист); Плакат с картами операционных эскизов (2 лист); Плакат с содержанием структуры одной операции (1 лист); Чертежи установочно-зажимного приспособления (4 листа).

6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта): к.т.н., доцент Макарова Т.А. – Раздел 1. Литературный обзор; Раздел 2. Исследовательская часть; Раздел 3. Технологическая часть. Раздел 4. Конструкторская часть.

7. Дата выдачи задания: 15 марта 2018 г.

Руководитель, к.т.н., доцент _____ Макарова Т.А.

Задание принял к исполнению _____

(дата)

Студент _____

Кунарев Е.А.

(подпись)

РЕФЕРАТ

На 84 с., 31 рисунок, 39 таблиц, 11 приложений.

СТЕЛЛИТ, НАПЛАВКА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, КОРПУС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

В работе описана разработка технологического процесса обработки детали «Корпус» КТМ.000.001.001 для мелкосерийного производства с использованием оборудования с ЧПУ. В научно-исследовательской части диссертации проведено исследование влияния режимов резания на шероховатость поверхности наплавки, напряжения и температуру в ней при резании. В конструкторской части спроектировано нестандартное установочно-зажимное приспособление, используемое в рамках разработанного технологического процесса.

THE ABSTRACT

84 pages, 31 pictures, 39 tables, 11 applications.

STELLITE, CLADDING, CUTTING CONDITIONS, HOUSING, TECHNOLOGICAL PROCESS, CLAMPING DEVICE

The paper describes the development of the technological process for machining of “Housing” КТМ.000.001.001 for small-scale production using CNC equipment. In the research part of the thesis influence of cutting conditions on the surface roughness, stresses and temperature is analyzed and described. In the design part a non-standard clamping device, which used in the developed technological process, is designed.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
Раздел 1. Литературный обзор.....	8
1.1. Назначение клапанов.....	8
1.2. Классификация судовой арматуры.....	9
1.3. Требования, предъявляемые к арматуре физико-химического контроля.....	14
1.4. Материалы, используемые для изготовления арматуры физико- химического контроля.....	14
1.5. Анализ обрабатываемости материалов, используемых для производства детали «Корпус».....	16
1.6. Определение цели и задач исследования.....	18
Раздел 2. Исследовательская часть.....	19
2.1. Подбор режущего инструмента.....	20
2.2. Подбор режимов резания для стеллитовой наплавки.....	25
2.2.1. Использование современных методов исследований и программы «DEFORM-3D» для подбора режимов резания.....	25
2.2.2. Основные положения расчета с использованием МКЭ.....	26
2.2.3. Описание вычислительного эксперимента, производимого с применением программы «DEFORM-3D».....	27
2.3. Исследование влияние режимов резания на температуру в наплавке	35
2.4. Исследование влияние режимов резания на напряжение в наплавке	39

2.5. Исследование влияние режимов резания на шероховатость поверхности после обработки.....	42
2.6. Выводы по проведенному исследованию. Рекомендации по обработке стеллитовой наплавки детали «Корпус».....	43
Раздел 3. Технологическая часть	44
3.1. Анализ чертежа детали.....	44
3.1.1. Описание служебного назначения детали.....	44
3.1.2. Оценка соответствия технических требований чертежа детали действующим нормам и стандартам ЕСКД.....	45
3.2. Анализ технологичности детали в условиях обработки с применением оборудования с ЧПУ	46
3.2.1. Качественная оценка технологичности	46
3.2.2. Количественная оценка технологичности.....	48
3.3. Выявление комплектов основных конструкторских баз	50
3.4. Основные технологические задачи	50
3.4.1. Точность размеров	50
3.4.2. Точность формы.....	51
3.4.3 Точность ориентации.....	51
3.4.3. Точность месторасположения	51
3.4.4. Точность биения.....	51
3.4.5. Шероховатость поверхностей.....	51
3.4.7. Физико-химические свойства материала	52
3.5. Определение объема выпуска.....	52
3.6. Выбор исходных заготовок.....	53
3.7. Разработка маршрутной технологии обработки.....	54

3.7.1. Этапы и стадии обработки маршрутной технологии	54
3.7.2. Объединение обрабатываемых поверхностей в зоны и области обработки	57
3.7.3. Маршрутный технологический процесс	61
3.8. Проектирование структуры операций обработки, подбор технологической оснастки, оборудования, средств измерения	64
3.8.1. Выбор технологического оборудования.....	64
3.8.2. Выбор установочно-зажимных приспособлений	68
3.8.3. Выбор режущего, вспомогательного инструмента, режимов обработки и средств метрологического обеспечения	68
3.9. Разработка управляющей программы.....	70
3.10. Разработка комплекта документации на спроектированные операции	70
3.11. Выводы по результатам проектирования технологического процесса	70
Раздел 4. Конструкторская часть	71
4.1. Исходные данные	71
4.2. Определение сил резания	72
4.3. Выбор установочных элементов	73
4.4. Расчет силы зажима, проверка надежности установочных элементов	74
4.5. Расчет погрешности установа.....	79
4.6. Подбор зажимного приспособления	82
4.7. Чертежи приспособления	83
4.8. Выводы по результатам проектирования	83
Заключение	84

Список использованных источников	84
Приложение 1. Конструкторская документация на деталь «Корпус».....	87
Приложение 2. Чертеж детали «Фланец»	89
Приложение 3. Чертежи заготовок.....	90
Приложение 4. Выбор установочно-зажимных приспособлений.....	92
Приложение 5. Выбор режущего, вспомогательного инструмента, режимов обработки и средств метрологического обеспечения	96
Приложение 6. Программа обработки	107
Приложение 7. Технологическая документация на деталь «Фланец»	110
Приложение 8. Технологическая документация на деталь «Корпус малый»...	120
Приложение 9. Технологическая документация на деталь «Корпус».....	137
Приложение 10. Конструкторская документация на спроектированное УЗП .	176
Приложение 11. Конструкторская документация на вспомогательные детали УЗП	180

Введение

В настоящее время значительное влияние на стабильность экономики страны оказывает проблема импортозамещения. Особенно важным является решение данной проблемы для отраслей производства, обеспечивающих обороноспособность страны, среди которых, судостроение, танкостроение, авиастроение, нефтяная промышленность. В рамках данных отраслей необходима разработка аналогов импортных механизмов и деталей машин, что подразумевает поддержку и развитие соответствующих отраслей отечественной промышленности, разработку новых технологических процессов, а также оптимизацию существующих с целью их адаптации современным условиям производства и повышению конкурентоспособности отечественной продукции на международном рынке.

Одним из направлений работы в рамках решения описанной выше проблемы является наладка производства деталей гидро- и пневмосистем, широко применяемых в названных отраслях. В рамках данной работы разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус», входящую в состав узла «Клапан нижнего продувания» и являющуюся представителем судовой арматуры.

Раздел 1. Литературный обзор

1.1. Назначение клапанов

Клапан – технологическое устройство, относящееся к классу запорно-регулирующей арматуры, используемое для пропускания, перекрытия или регулирования потока рабочей среды при влиянии конкретных условий (повышении давления в сосуде, изменении направления тока среды в трубопроводе) [13].

В ГОСТ 24856-2014 клапан определен, как тип арматуры, у которой запирающий или регулирующий элемент перемещается параллельно оси потока рабочей среды [9].

Принцип работы клапанов состоит в создании временного препятствия в трубопроводе. Арматура данного типа обладает широким применением в различных технических устройствах и системах, принцип работы которых состоит в

расходе или движении рабочего тела. Размер, конструкция клапанов, материалы, используемые для их изготовления, могут существенно различаться в зависимости от требований, предъявляемых к функциональным возможностям клапанов. В качестве примера, далее будет представлена краткая классификация арматуры данного по принципу работы и назначению.

1.2. Классификация судовой арматуры

При классификации судовой арматуры по принципу работы обычно выделяют следующие основные типы [16]:

- а) Предохранительная арматура;
 - б) Регулирующая арматура;
 - в) Запорная арматура;
 - г) Защитная арматура;
 - д) Арматура физико-химического контроля.
- а) Предохранительная арматура.

Данный тип арматуры предназначен для предотвращения разрушения оборудования избыточным давлением рабочей среды при помощи выпуска данных сред из систем при установлении повышенных значений давления.

Примером такой арматуры может служить предохранительный клапан, работающий напрямую от рабочей среды, т.е. являющийся арматурой прямого действия. На рис.1.1 представлена принцип работы и устройство предохранительного клапана отопления.

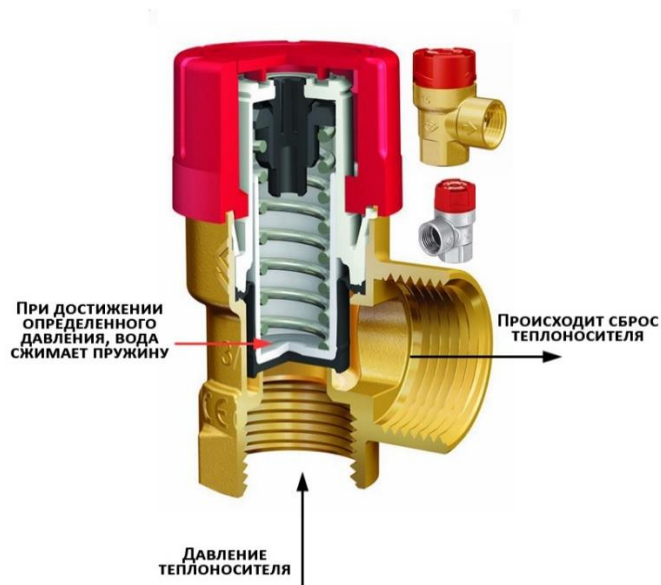


Рис.1.1. Предохранительный клапан отопления

б) Регулирующая арматура.

Данный тип арматуры предназначен для регулирования параметров рабочей среды, среди которых ее расход, давление, уровень среды в сосудах и т.д.

Примером арматуры данного типа может служить редукционный клапан, схема которого представлена на рис.1.2. В зависимости от увеличения или снижения давления на входе диск клапана закрывается или открывается, поддерживая требуемое значение давления на выходе.



Рис.1.2. Схема редукционного клапана

в) Запорная арматура.

Данный тип арматуры служит для перекрытия потока рабочей среды.

Примером арматуры данного типа может служить клиновая задвижка, схема которого представлена на рис.1.3. При повороте вентиля задвижки (поз.1 на рис.1.3) ее клин (поз.2 на рис.1.3) входит в зазор между двумя седлами, перекрывая ход рабочей среды.

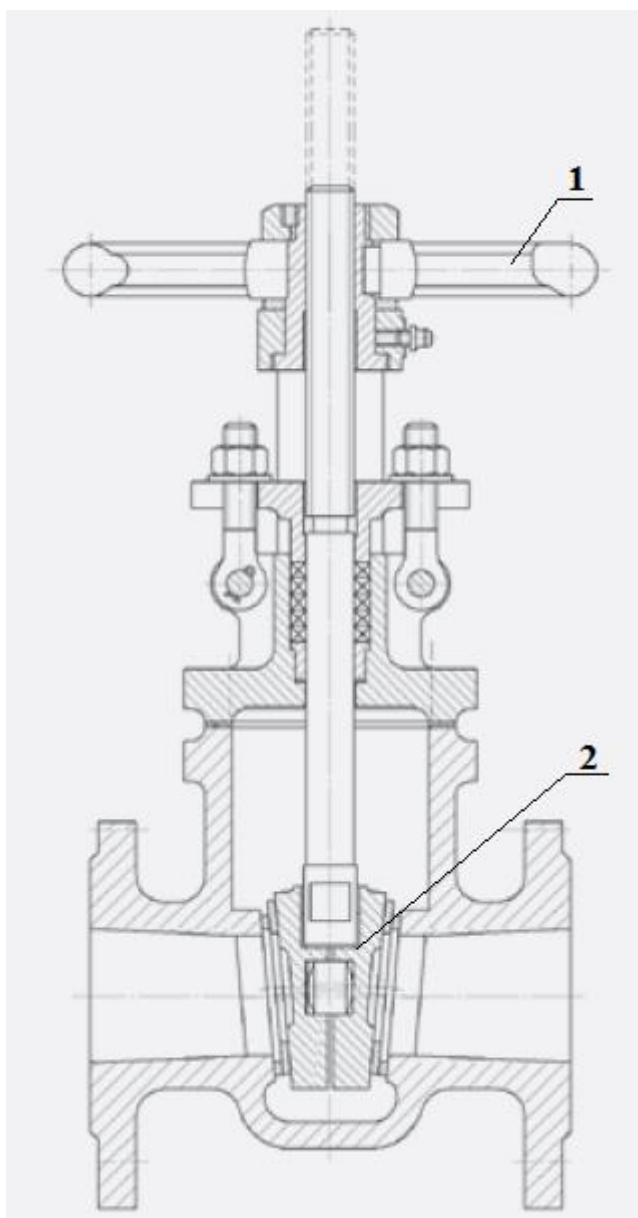


Рис.1.3. Схема клиновой задвижки

г) Защитная арматура.

Данный тип арматуры служит для защиты различного технологического оборудования от возникновения аварийных ситуаций, их воздействий и/или последствий.

Примером арматуры данного типа может служить обратный клапан, предотвращающий обратное течение рабочей среды. Принцип действия подобного клапана представлен на рис.1.4. Задвижка (показана красным) способна перемещаться при течении рабочей среды, причем конструктивные элементы клапана обеспечивают перекрытие потока рабочей среды задвижкой при движении в одном из направлений и беспрепятственное перемещение рабочей среды в другом направлении.

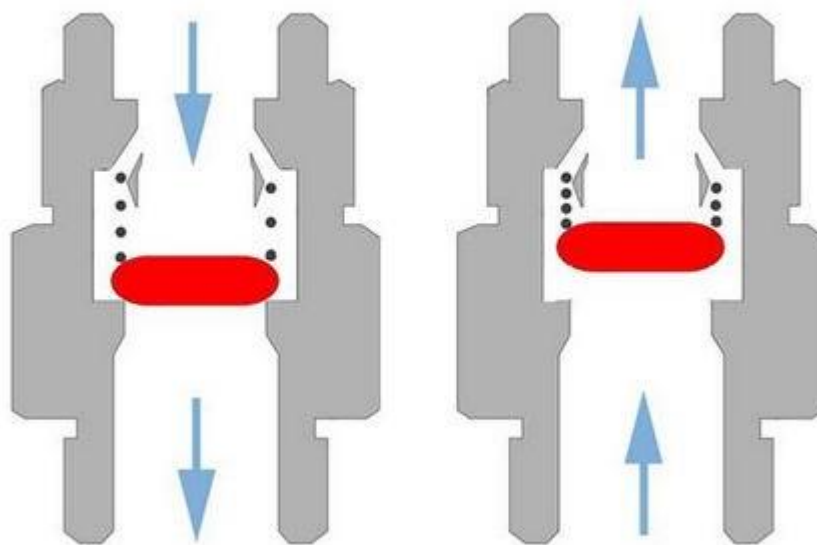


Рис.1.4. Схема работы обратного клапана

д) Арматура физико-химического контроля.

Данный тип арматуры служит для управления режимами рабочей среды (температура, химический состав и т.д.). К арматуре данного типа можно отнести клапаны отбора, проб, введения присадок, продувания [4].

К данному типу арматуры относится и рассматриваемая деталь «Корпус» КТМ.000.001.001 (см. приложение 1). Данная деталь входит в систему управления водным режимом судового парового котла. Схема данной системы представлена на рис.1.5.

Таким образом, было получено представление о назначении детали «Корпус», исходя из чего можно рассмотреть требования, предъявляемые к деталям данного типа.

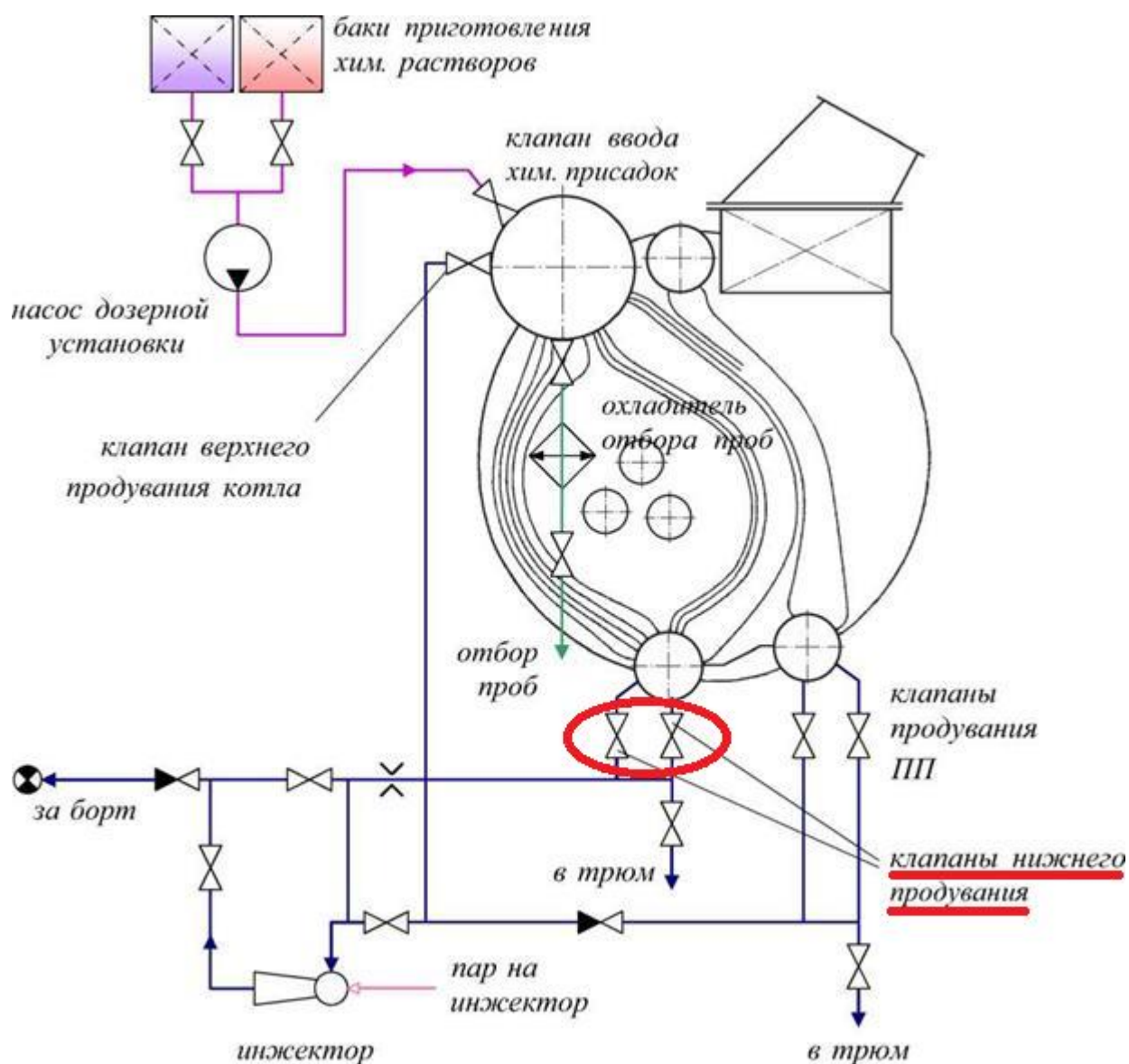


Рис.1.5. Системы верхнего и нижнего продувания парового котла, отбора проб и ввода химических присадок

1.3. Требования, предъявляемые к арматуре физико-химического контроля

Данный тип арматуры служит для регулирования параметров приборов, выход их строя которых во время работы может привести к созданию опасных аварийных ситуаций, например, взрыв парового котла. Поэтому к данным деталям выдвигаются требования, представленные ниже.

1. Надежность.

Данное требование означает, что деталь «Корпус», а также и сборка, в состав которой она входит, должны работать безотказно в интервале заданного времени. Выход «Клапана нижнего продувания» из строя может привести к засорению парового котла и выходу его из строя, что является недопустимым.

Также стоит отметить, что деталь «Корпус» во время эксплуатации подвергается воздействию высоких температур, динамических нагрузок, что повышает требования к надежности данной детали.

2. Долговечность.

Принцип работы «Клапана нижнего продувания» подразумевает его использование на протяжении долгого времени (не менее 1500-2500 циклов срабатывания без поломок и нарушения герметичности), что задает высокие требования к материалу для изготовления арматуры подобного типа [8].

3. Коррозионная стойкость, стойкость к контактному износу.

Работа детали «Корпус» в составе сборочной единицы подразумевает контакт с агрессивными средами (растворы солей, шлам), а также воздействия мелких твердых частиц на поверхности контакта подвижных деталей.

Выполнение комплекса представленных в данном разделе требований выполняется за счет применения соответствующих конструкционных материалов.

1.4. Материалы, используемые для изготовления арматуры физико-химического контроля

Практически все виды судовой арматуры производятся из углеродистых сталей, латуни, чугуна и бронзы. В наши дни компании осваивают производство

описываемых арматуры из нержавеющей сталей, титановых и других сплавов, обладающих целым рядом особых характеристик.

Широкое применение также имеет бронза, хромоникелевые и медноникелевые стальные композиции, способные выдержать негативное воздействие воздуха в океанах и морях, а также отличаются достаточной прочностью.

Наиболее перспективным материалом для изготовления корабельной арматуры признается титан и сплавы на его основе. Он имеет уникальную стойкость против коррозии, высокие прочностные показатели, и при этом вес титановых приспособлений очень мал. Такой комплекс характеристик обеспечивает высокую надежность и долговечность арматуры, однако, стоимость ее изготовления высока [5].

Большое значение имеют также материалы, используемые для наплавки уплотнительных поверхностей судовой арматуры. Методом наплавки на поверхностях детали образуют слои другого материала, отличающиеся особыми свойствами, среди которых износостойкость, коррозионная стойкость, повышенная стойкость.

Для выполнения наплавки используют материалы, относящиеся к ферритным и аустенитным нержавеющей сплавам, а также к твердым сплавам. Для получения наиболее выгодного комплекса характеристик уплотнительных поверхностей обычно используется твердосплавная наплавка кобальтовым стеллитом.

Кобальтовые стеллиты обладают следующими характеристиками:

1. Высокой твердостью при рабочих температурах (до 300 °С);
2. Стойкостью против образования трещин и задирааний при температурах до 600 °С;
4. Коррозионной и эрозионной стойкостью в рабочей среде.

Проанализировав чертеж детали «Корпус» можно сделать вывод, что для ее изготовления используется коррозионно-стойкая жаропрочная сталь 08X18H10T, в качестве материала наплавки выступает материал ВЗК, наплавля-

емый электродами марки ЦН-2. Для разработки технологического процесса обработки детали «Корпус» необходимо провести анализ обрабатываемости данных материалов.

1.5. Анализ обрабатываемости материалов, используемых для производства детали «Корпус»

1. Сталь 08X18H10T.

Данные о химическом составе стали 08X18H10T представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Химический состав стали 08X18H10T

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
% по содержанию от массы								
до 0.08	до 0.8	до 2	9 - 11	до 0.02	до 0.035	17 - 19	до 0.3	~65

В таблице 1.2 представлены механические свойства данного материала при $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1.2

Механические свойства стали 08X18H10T при $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$

σ_b , МПа	$\sigma_{T(0.2)}$, МПа	δ , %	KCU, кДж/см ²	Твердость НВ
590...610	275	41	245	175...180

В таблице 1.3 представлены технологические свойства стали 08X18H10T.

Таблица 1.3

Технологические свойства стали 08X18H10T

Ковка	Температура ковки, $^{\circ}\text{C}$: начала 1220, конца 900. Сечения до 300 мм охлаждаются на воздухе.
Свариваемость	Сваривается без ограничений.
Обрабатываемость резанием	При НВ 143 и $\sigma_b = 510\text{ МПа}$: K _v твердый сплав = 1.1 K _v быстрорежущая сталь = 0.5

Так как разработка технологического процесса детали «Корпус» будет вестись на станках с ЧПУ, необходимо проанализировать наличие готовых инструментальных решений для обработки данного материала в каталогах ведущих производителей инструмента на примере фирмы Sandvik Coromant.

Онлайн-сервис Sandvik Tool Guide, а также каталоги инструмента Sandvik Coromant [14] содержит большое количество решений для высокопроизводительной обработки материала-аналога стали 08X18H10T (AISI 321).

2. Кобальтовый стеллит ВЗК.

Данные о химический составе стеллита ВЗК представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Химический состав стеллита ВЗК

Тип электрода	Марка	Химический состав наплавки, %							Твердость, РС	Область применения
		C	Si	W	Cr	Co	Fe	Ni		
ЦН-2	ВЗК	1.7-2.0	2.0-2.5	4-5	28-32	59-66	3.5	–	45-53	Уплотняющие поверхности арматуры

В таблице 1.5 представлены механические свойства данного материала.

Таблица 1.5

Механические свойства стеллита ВЗК

σ_b , кгс/мм ³	Температура плавления T , °C	Твердость HRC
60-70	1275	40...45

Для данного материала не найдено рекомендаций по обработке в источнике [14]. Анализ литературы также позволил выявить проблемы, возникающие при обработке данного типа материалов.

Так, в источнике [15] отмечается недостаточность сведений об обрабатываемости стеллитов, для их обработки рекомендован инструмент из кубического нитрида бора, покрытие инструмента упрочняющими кромку материалами (нит-

рид титана), оговорена низкая стойкость режущей кромки инструмента в процессе резания, отмечено возникновение наклепа материала из-за трения при резании.

В исследовании [18] также говорится о выкрашивании и сколе режущих пластинок резцов, увеличенные силы резания (на 20-30% выше, чем при обработке конструкционных сталей), высокой температуре в зоне резания, возникновении вибраций в процессе резания. Также отмечено повышенное давление стружки на заднюю поверхность резца в 2 раза превышающую давление при аналогичной обработке конструкционной стали.

В источнике [7] говорится о том, что стеллиты следует обрабатывать после термообработки, общий подход к обработке соответствует обработке нержавеющей сталей, отмечается необходимость в стойкой и острой кромке инструмента.

Анализ приведенной литературы позволяет сделать вывод о том, что стеллиты являются труднообрабатываемыми материалами, процесс резания которых изучен недостаточно и требует проведения дополнительных исследований для разработки более подробных рекомендаций.

1.6. Определение цели и задач исследования

Исходя из обозначенной проблемы обрабатываемости стеллита можно сформулировать цель и задачи исследования.

Цель - повышение качества обработки детали «Корпус» со стеллитовой наплавкой.

Задачи:

1. Исследовать влияние режимов резания при обработке стеллитовой наплавки на такие характеристики процесса резания, как напряжения и температура в наплавке при резании, шероховатость поверхности наплавки после обработки;
2. Разработать методику проведения моделирования процесса резания;
3. Разработать модель испытаний для вычислительного эксперимента;
4. Провести вычислительный эксперимент;

5. Выявить зависимости между режимами резания и описанными в п.1 характеристиками процесса резания;

6. Разработать рекомендации для обработки стеллитовой наплавки детали «Корпус», подобрать требуемый инструмент;

7. Разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус» с использованием данных рекомендаций в условиях существующего производства;

8. Разработать нестандартное технологическое оборудование, необходимое для выполнения обработки детали «Корпус» на станке с ЧПУ.

Раздел 2. Исследовательская часть

Подбор режимов резания для чистовой обработки стеллитовой наплавки будет проводится на основе серии экспериментов, направленных на определение математических зависимостей между величинами параметров режимов резания и величинами выбранных лимитирующих характеристик. В качестве лимитирующих характеристик предлагаются следующие:

1. Требуемая шероховатость обрабатываемой поверхности ($Ra = 0.63$ мкм);

Данное ограничение обусловлено требованиями технологического процесса и его соблюдение необходимо для достижения заданной в чертеже шероховатости поверхности фаски наплавки.

2. Температура в материале наплавки, которая не должна превышать критическое значение в °C ($T_{рез} \leq 720^{\circ}\text{C}$);

При данной температуре происходит значительное изменение структуры наплавленного материала, что может привести к изменению его свойств при последующем быстром охлаждении. Также при данной температуре наблюдается значительное снижение твердости наплавки. Превышение критической температуры в процессе резания ведет к образованию дефектов, а также к изменению характеристик наплавленного материала, что также недопустимо,

3. Напряжение в материале наплавки, которое не должно превышать критическое значение в ($\sigma_b \leq 66$ кгс/мм²).

Предел прочности при растяжении для рассматриваемого стеллита равен 66 кгс/мм², что означает, что при напряжении выше данного происходит разрушение материала, что абсолютно недопустимо и приводит к отбраковыванию изделия.

Эксперименты по выявлению данных зависимостей будут проводиться с использованием программного комплекса «Deform-3D», позволяющего производить имитацию процесса резания помощью встроенного приложения «Machining 3D».

Также в рамках проектирования операций обработки наплавки предполагается осуществление подбора режущего инструмента с подходящими для выполнения резания геометрическими и механо-физическими параметрами. Выбор будет проводиться из ассортимента инструмента, предлагаемого компанией «Sandvik Coromant».

2.1. Подбор режущего инструмента

Определяющими факторами выбора инструмента для обработки стеллитовой наплавки будут параметры геометрии и свойства материала его режущей части.

Как было сказано в пункте 1.5, наиболее важными проблемами при точении наплавленного стеллита являются необходимость обеспечения стойкости режущей кромки, достаточного теплоотвода и снижения вибраций.

В результате опытов по точению валов со стеллитовыми наплавками резцами со сменными твердосплавными пластинами, описываемых в источнике [18], были даны следующие рекомендации:

1. Геометрия инструмента части должна обеспечивать высокую прочность режущей кромки во избежание ее выкрашивания. Данная задача решается путем установления отрицательных значений переднего угла γ . Также для черновой обработки рекомендуется использовать резец с упрочняющей фаской со следующими параметрами: $f = 0.2$ мм; $\gamma_f = -45^\circ$.

2. Проблема упрочнения вершины резца решается за счёт использования малого главного угла в плане φ , что также значительно улучшает теплоотвод. Уменьшение главного угла в плане ограничивается возникновением вибраций.

Данные рекомендации, а также другие использованные геометрические параметры сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Рекомендуемая геометрия резцов

Вид обработки	Величины углов резца, °			
	α	γ	λ	α_1
Черновая	8÷15	0÷(-10)	5	8
Чистовая	8÷15	0÷(-20)	5	8

3. В качестве материалов для режущего инструмента рекомендуется использовать твердые сплавы: ВК4 и ВК8 при черновой обработке, ВК2 и ВК3 при чистовой обработке. Титано-вольфрамовые сплавы, среди которых были представлены Т5К10, Т14К8, Т15К6, крайне не рекомендуются к использованию, так как режущие кромки пластин из данных материалов сильно осыпаются, а при большом износе происходит выкрашивание и скол пластин.

Механические свойства и состав рекомендуемых сплавов представлены в таблицах 2.2 и 2.3 соответственно.

Таблица 2.2

Механические свойства материалов ВК3 и ВК8

Материал	Механические свойства		
	Плотность, г/см ³	σ , МПа, не менее	HRA, не менее
ВК3	15.0-15.3	1176	89.5
ВК8	14.4-14.8	1600	87.5

Таблица 2.3

Химический состав материалов ВК3 и ВК8

Материал	Состав, %	
	WC	Co
ВК3	97	3
ВК8	92	8

Учитывая данные рекомендации проанализируем каталоги компании «Sandvik Coromant». Использование автоматизированной системы подбора инструмента «Sandvik Tool Guide» не дало результатов, так как обрабатываемый материал не является распространенным и популярные решения, предлагаемые фирмой, не удовлетворяют специализированным требованиям проектируемой операции.

Среди решений для внутренней обработки стоит обратить внимание на антивибрационные оправки для растачивания с большим вылетом CoroTurn 111, а также на пластинки для этих оправок, предназначенные для обработки материалов высокой твердости (категория Н, к которой относятся и стеллиты).

Среди предложенных решений были выбраны следующие пластины:

1. Для чернового точения: пластина TPGW110308S01020F 7105.
2. Для чистового точения: пластина TPGW110304S01020F 7015.
3. Державка: расточная державка E16R-STFPR 11-R.

Характеристики данных пластинок и державки представлены в таблицах 2.4, 2.5, 2.6, их условные изображения представлены на рисунках 2.1, 2.2, 2.3.

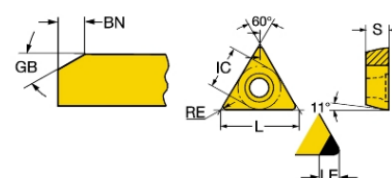
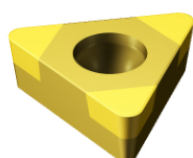


Рис.2.1. Условное изображение пластины TPGW110308S01020F 7105

Таблица 2.4

Характеристики пластины TPGW110308S01020F 7105

Параметр	Обозначение	Значение
Длина режущей кромки	L	21.99 мм
Толщина пластины	S	3.175 мм
Эффективная длина режущей кромки	LE	2.5 мм
Радиус при вершине	RE	0.8 мм
Угол при вершине	EPRS	60°
Главный задний угол	AN	11°
Марка сплава	GRADE	7105

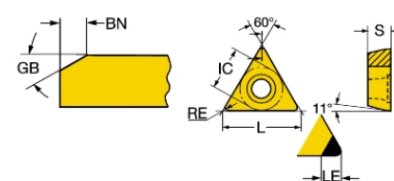
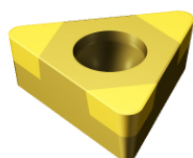


Рис.2.2. Условное изображение пластины TPGW110304S01020F 7015

Таблица 2.5

Характеристики пластины TPGW110304S01020F 7015

Параметр	Обозначение	Значение
Длина режущей кромки	L	21.99 мм
Толщина пластины	S	3.175 мм
Эффективная длина режущей кромки	LE	2.8 мм
Радиус при вершине	RE	0.397 мм
Угол при вершине	EPRS	60°
Главный задний угол	AN	11°
Марка сплава	GRADE	7105

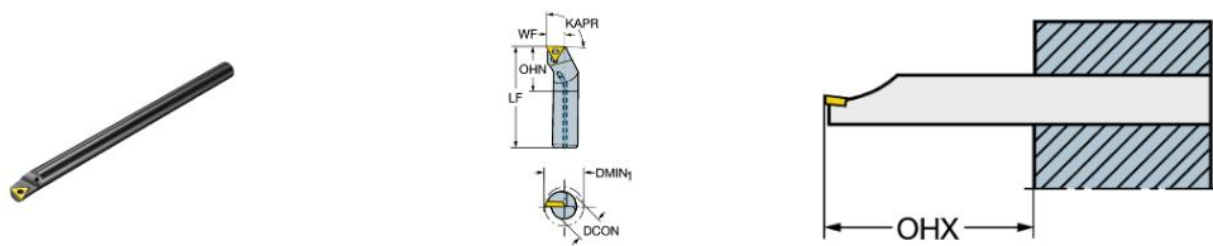


Рис.2.3. Условное изображение державки E16R-STFPR 11-R

Таблица 2.6.

Характеристики державки E16R-STFPR 11-R

Параметр	Обозначение	Значение
Главный угол в плане	KAPR	91°
Максимальный вылет	OHX	96 мм
Максимальный угол врезания	RMPX	0°
Диаметр корпуса	BD	16 мм
Главный передний угол	GAMO	6°
Угол наклона режущей кромки	LAMS	1°
Функциональная длина	LF	200
Функциональная высота	HF	0
Функциональная ширина	WF	11

Таким образом, на основании каталогов режущего инструмента «Sandvik Coromant» был осуществлен подбор инструмента для обработки стеллитовой наплавки в условиях растачивания с большим вылетом.

Для компенсации вибраций была выбрана антивибрационная расточная оправка из серии CoroTurn 111 с геометрией, практически полностью удовлетворяющей рекомендациям, представленным в таблице 2.6.

В подборе сменных пластинок большую роль сыграли такие факторы, как совместимость с выбранной державкой, способность обрабатывать материалы

высокой твердостью (категория Н) и покрытие PVD-TiN (покрытие нитридом титана методом осаждения на поверхность из паровой фазы), обеспечивающее высокую стойкость режущей кромки и вершины пластины.

2.2. Подбор режимов резания для стеллитовой наплавки

2.2.1. Использование современных методов исследований и программы «DEFORM-3D» для подбора режимов резания

В условиях современного производства зачастую используют программы, позволяющие инженерам проводить моделирование обработки на начальных этапах проектирования технологического процесса. Одной из таких программ является «DEFORM-3D».

«DEFORM-3D» – система моделирования технологических процессов обработки металлов, позволяющая производить анализ трехмерного (3D) поведения металла при различных процессах. Данный комплекс предоставляет важную информацию о поведении материала и распределении температур во время процесса обработки. Использование рассматриваемой программы позволяет снизить частоту возникновения брака уже на этапе проектирования обработки, что позволяет уменьшить временные и денежные затраты на запуск новой продукции в производство.

В наши дни проведение исследований над экспериментальной деталью является более дорогостоящим и требует больших затрат времени, поэтому передовые фирмы мира используют метод конечно-элементного моделирования, что позволяет заменить реальный эксперимент упрощенным вычислительным экспериментом. Современный уровень вычислительной техники в совокупности с использованием метода конечных элементов позволяет получить подробную информацию о протекании процесса обработки во множестве точек инструмента и обрабатываемой заготовки, исчисляемых десятками и сотнями точек, что практически не достижимо при проведении реального эксперимента.

Также стоит отметить, что резание металлов представляет собой процесс деформирования поверхностного слоя материала вплоть до его полного отделения

от заготовки. При данном типе обработки наблюдаются значительные пластические деформации материала, а также преобразование большей части полезной работы в теплоту, поглощаемую инструментом и заготовкой. Температура в зоне резания зависит от многих параметров, среди которых скорость резания, сопротивление пластической деформации, теплоемкость и теплопроводность. Механофизические свойства обрабатываемого материала зависят от степени и скорости деформирования и температуры. Исходя из этого, для определения температуры и напряженного состояния материала необходимо произвести решение системы уравнений теплопроводности и равновесия обрабатываемой заготовки. В настоящее время при решении подобных задач используется метод конечных элементов (МКЭ).

2.2.2. Основные положения расчета с использованием МКЭ

Метод конечных элементов – это процедура численного решения задач, заданных в виде дифференциального уравнения с частными производными, интегрального уравнения или вариационной задачи.

Данный метод отличается от методов Галеркина и Рунге тем, что в его рамках аппроксимация функции дискретной моделью строится на комбинации непрерывных кусочно-гладких непрерывных функций. Данные функции отличны от нуля и определены только на заданных интервалах (подобластях), называемых конечными элементами (КЭ), на которые разбивается исследуемая область. Аппроксимирующие функции должны удовлетворять граничным условиям непрерывности, совпадающим с граничными условиями, налагаемыми самой задачей. Выбор аппроксимирующей функции для каждого из элементов определяет соответствующий тип элемента [6].

Использование МКЭ состоит замене исследуемого объекта на модель, состоящую из отдельных элементов (участков). Для каждого из этих участков исследуемые величины (температура в зоне резания, напряжения в глубинных слоях наплавки) аппроксимируются кусочно-гладкими непрерывными функциями, что позволит найти значения данных величин в граничных точках каждого

элемента, называемых узлами. В качестве аппроксимирующих функций наиболее часто выступают полиномы первого, второго и третьего порядков.

Для решения исследовательской задачи с помощью МКЭ необходимо пройти следующие этапы:

1. Моделирование изучаемого объекта в формате, совместимом с использованием в МКЭ;
2. Дискретизация модели: построение сетки КЭ, задание свойств материалов;
3. Введение нагрузок и граничных условий;
4. Решение системы уравнений;
5. Определение расчетных величин в КЭ, анализ полученных результатов.

В данной работе будет рассмотрено моделирование процесса обработки резанием стеллитовой наплавки в детали «Корпус», входящей в состав сборочной единицы «Клапан нижнего продувания» с целью определения режимов резания, позволяющих достичь заданных параметров шероховатости поверхности при условии отсутствия образования дефектов (трещин) в наплавке, вызываемых термическими и механическими деформациями.

2.2.3. Описание вычислительного эксперимента, производимого с применением программы «DEFORM-3D»

Описание вычислительного эксперимента будет проводиться в соответствии с этапами, изложенными в пункте 2.2.2.

1-2. Моделирование изучаемого объекта и последующая дискретизация модели.

Для моделирования процесса обработки резанием в «DEFORM-3D» используется модуль «DEFORM-3D Machining». Для моделирования операции необходимо задать ее название, тип обработки (точение; сверление; фрезерование; нарезание резьбы, канавок), а также задать режимы резания. В качестве первоначальных режимов резания были приняты режимы, представленные на рис.2.4 использованные в ходе опытов по исследованию характеристик шероховатости, описанном в источнике [18].

Далее следует задать условия протекания процесса. По умолчанию выставлены следующие условия, представленные на рис.2.5: температура в помещении 20°C, стандартные условия трения в паре инструмент-заготовка, применение СОЖ.

Process Setup

Cutting Speed

Surface speed (v) 40 m/min

Rotational speed 1273.24 rpm

Workpiece Diameter (D) 50 mm

Depth of cut (d) 0.2 mm

Feed rate (f) 0.15 mm/rev

Close opr < Back Next >

0 msec DEFORM-MACH3 - Pre-processor

Рис.2.4. Принятые режимы резания ($v=40$ м/мин; $t=0.2$ мм; $s=0.15$ мм/об)

Process Condition

Environment

Temperature 20 C

Coolant

Convection coefficient 0.02 N/sec/mm/C

Load from library Save to library

Tool- Workpiece Interface

Shear friction factor 0.6

Рис.2.5. Принятые условия резания

Следующим шагом является определение инструмента для выполнения операции. В нашем случае это трехгранная твердосплавная пластина, покрытая нитридом титана (характеристики представлены в таблице 2.5). Внешний вид и характеристики смоделированной пластины представлены на рис.2.6 и рис.2.7 соответственно.

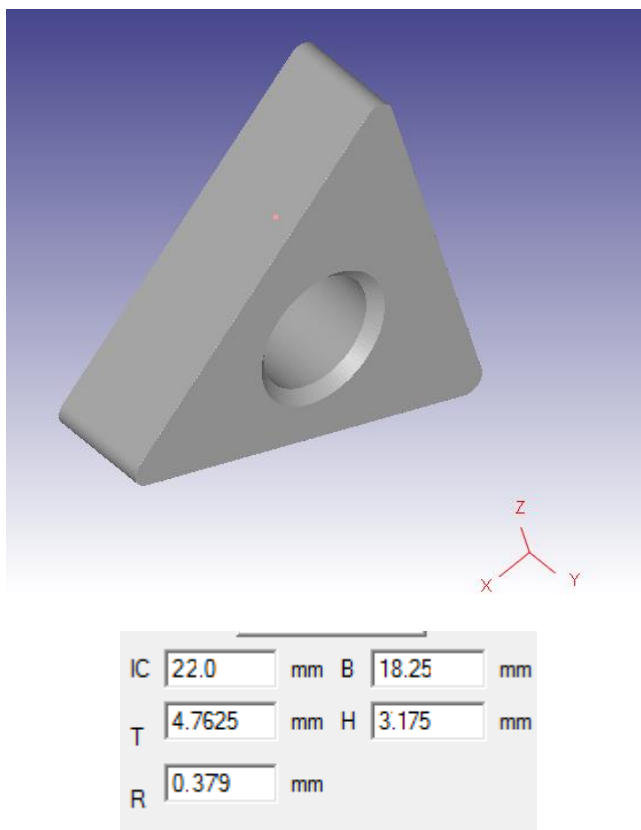


Рис.2.6. Внешний вид и размеры таблицы

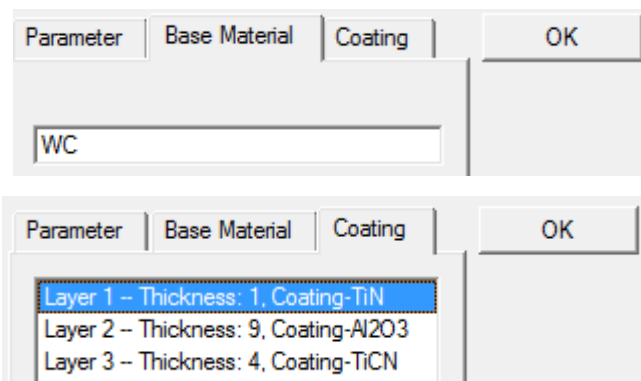


Рис.2.7. Материал и покрытие пластины

После задания характеристик инструмента производится разбивка модели сеткой КЭ, т.е. проводится дискретизацию.

Автоматический генератор сетки «DEFORM-3D» строит оптимизированную КЭ сетку, сгущая её в наиболее критичных зонах. Пользователь имеет возможность самостоятельно настраивать плотность сетки, распределение ее элементов по сечению и параметры ее автоматического перестроения.

В моем случае будет использована КЭ сетка с рекомендованными параметрами, будет увеличено лишь количество КЭ, так как их количество оказывает значительное влияние на точность производимых расчетов (рис.2.8).

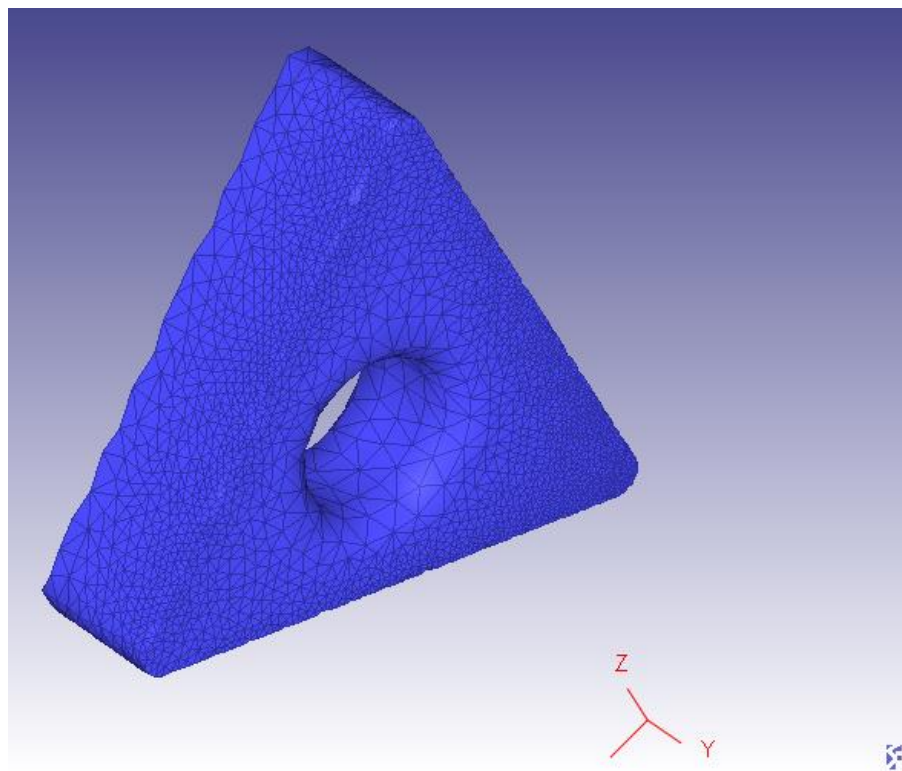


Рис.2.8. Разбивка пластины на сетку КЭ

Далее необходимо задать геометрию заготовки. Исходя из размеров, представленных на чертеже детали «Корпус» КТМ.000.001.001 СБ, была создана модель наплавки.

Затем следует разбить полученную модель сеткой конечных элементов, размер которых устанавливается в процентном соотношении с величиной подачи (20% ее величины), что в результате дает разбиение на 30168 КЭ (рис.2.9).

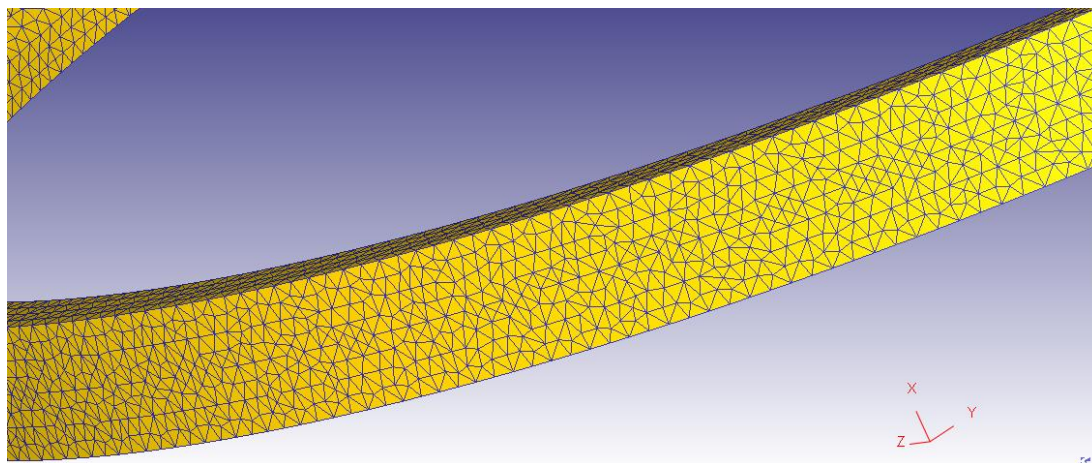


Рис.2.9. Разбивка наплавки на сетку КЭ

3. Следующим шагом является введение граничных условий и приложение нагрузок. Система «Deform-3D» автоматически накладывает ограничения на КЭ, находящиеся на границах модели, исходя из информации о ее геометрии. Расчет прикладываемых к заготовке нагрузок также ведется в автоматическом режиме, исходя из введенных режимов резания и свойств материалов заготовки и инструмента. На рис.2.10 представлена информация о КЭ, для которых системой была задана неподвижность, а также были определены термические характеристики (температура, интенсивность теплообмена с окружающей средой).

View Workpiece BCC	
Entry	No. of nodes/edges
Deformation	
[-] Velocity	
[-] Z, Fixed	6024
[-] Y, Fixed	8099
[-] X, Fixed	8099
Thermal	
[-] Heat Exchange with Env.	
[-] Defined	15008
[-] Temperature	
[-] 20	13625

Close opr < Back Next >

Рис.2.10. Информация об ограничениях, наложенных на КЭ

Далее были заданы характеристики материала. В качестве исходной группы материалов была избрана группа стеллитов, характеристики материала (были отредактированы в соответствии с информацией, представленной в таблице 1.5 и источниках [2, 1, 17, 12]).

4. Затем было произведено решение поставленной задачи. В настройках симуляции (рис.2.11) задается количество рассчитываемых шагов обработки и инкрементный шаг. Мною задан расчет 7000 шагов при инкрементном шаге в 0.0005 сек.

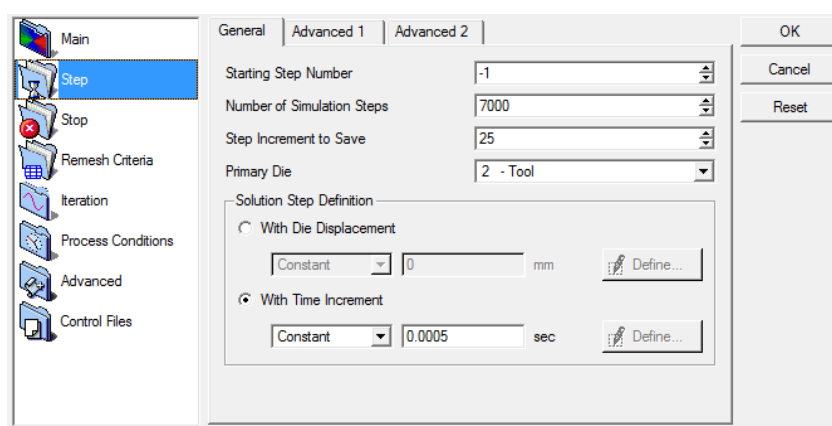


Рис.2.11. Информация о дискретности расчетов

Далее система формулирует задачу для решения исходя из всех введенных ранее параметров, после чего производятся необходимые расчеты, и пользователь получает доступ к постсимуляционной панели управления, на которой расположены инструменты, позволяющие изучить протекание смоделированной обработки.

5. Ниже будет представлен ряд иллюстраций, на которых показаны возможности постсимулятора программы «Deform-3D». На рис.2.12 представлено изображение, демонстрирующее процесс образования стружки и изменения геометрии обрабатываемого материала. На рис.2.13 представлено распределение температуры в зоне обработки. На рис.2.14 представлено распределение напряжений в зоне обработки. На рис.2.15 показан пример использования инструмента,

позволяющего отслеживать изменение интересующей пользователя характеристики с течением времени для конкретных точек. Все данные распределения получены следующих режимов резания: $v=40$ м/мин; $t=0.2$ мм; $s=0.15$ мм/об.

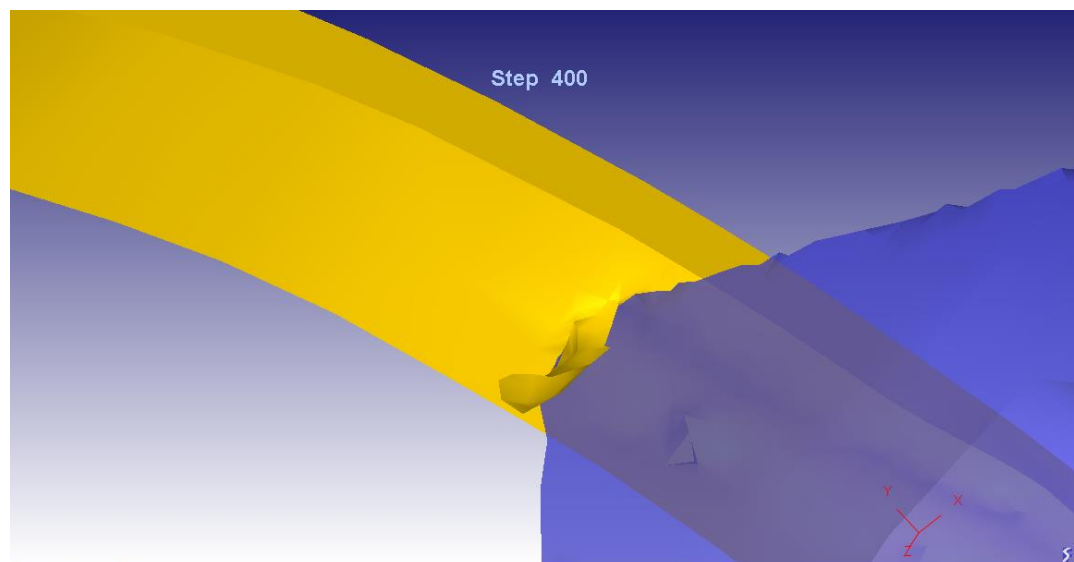


Рис.2.12. Моделирование стружкообразования ($v=40$ м/мин; $t=0.2$ мм; $s=0.15$ мм/об)

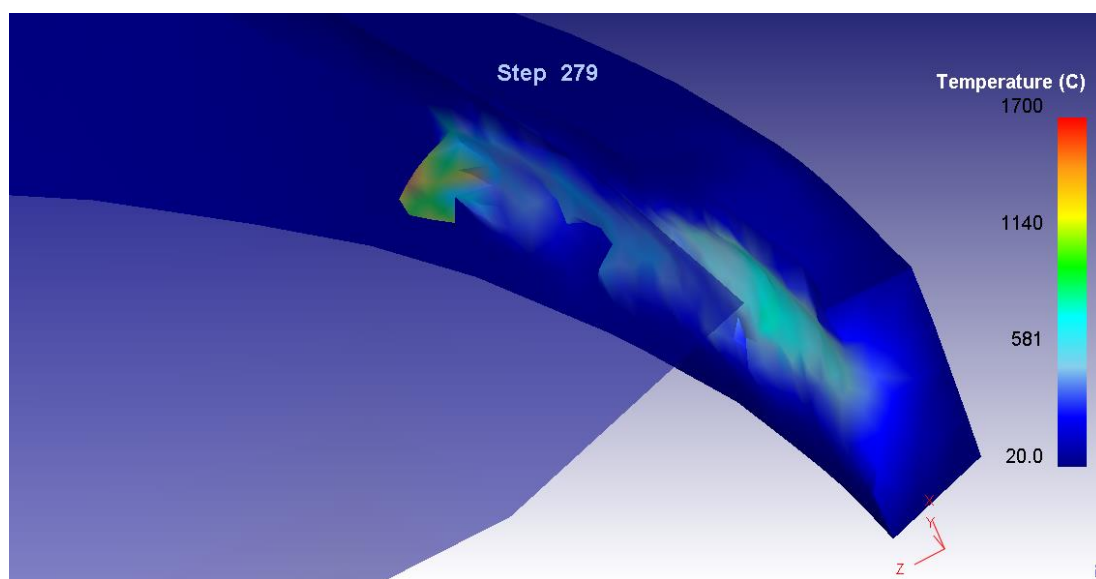


Рис.2.13. Распределение температур в зоне резания ($v=40$ м/мин; $t=0.2$ мм; $s=0.15$ мм/об)

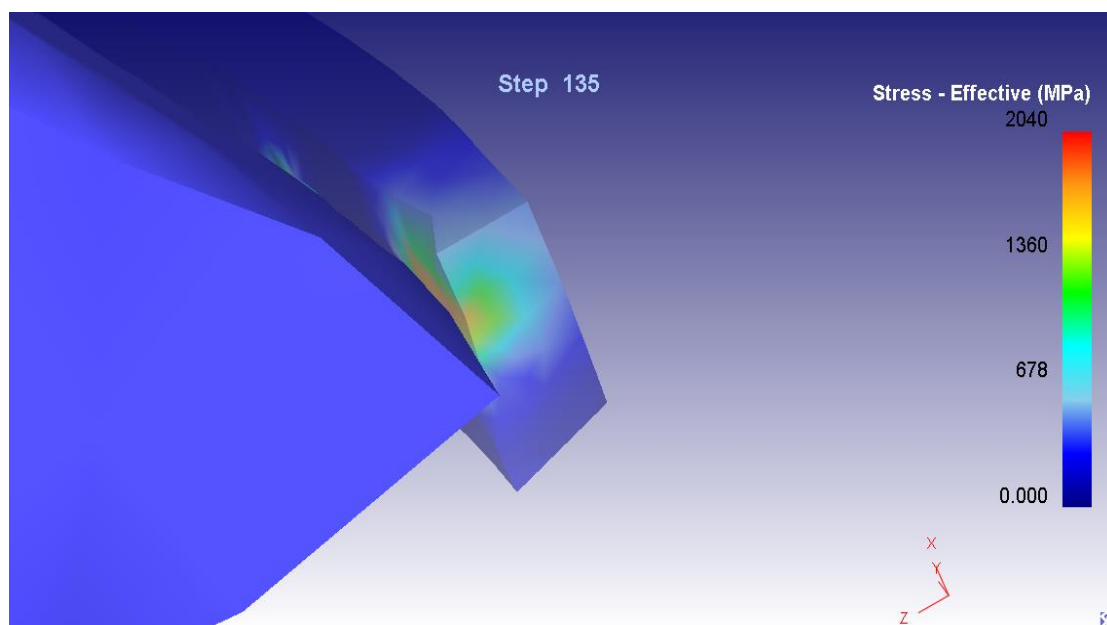


Рис.2.14. Распределение напряжений в зоне резания ($v=40$ м/мин; $t=0.2$ мм; $s=0.15$ мм/об)

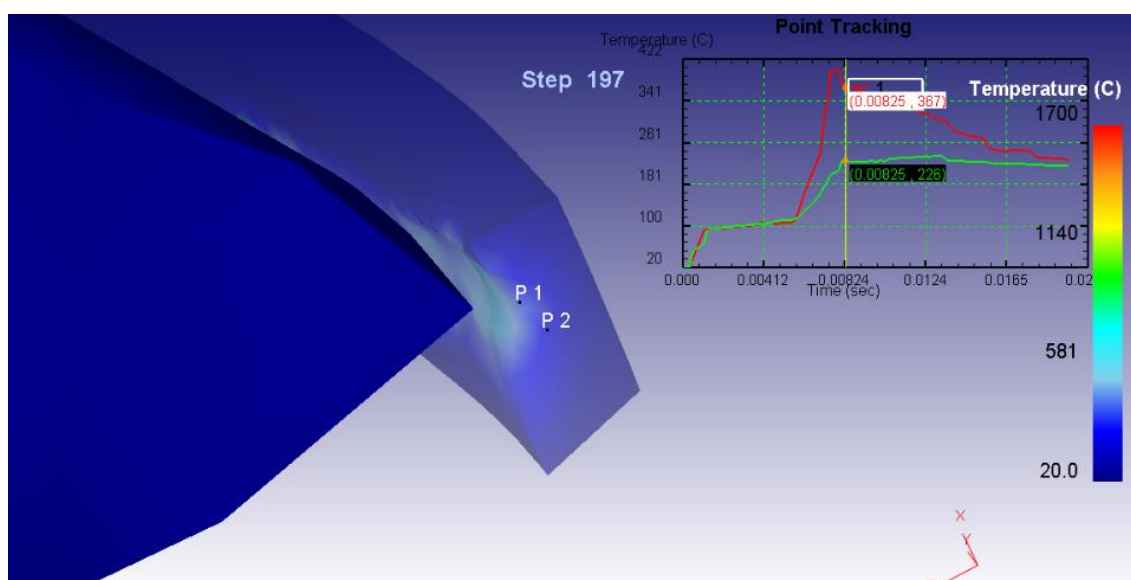


Рис.2.15. Построение графиков температуры для точек с разной глубиной залегания ($v=40$ м/мин; $t=0.2$ мм; $s=0.15$ мм/об)

Таким образом, изменение режимов резания, задаваемых на начальных этапах проектирования операции обработки, а также использование инструментов постсимуляции позволяет провести серию экспериментов для различных комбинаций режимов резания с целью определения их влияния на такие параметры процесса, как напряжение и температура в стеллитовой наплавке, что в последствии позволит подобрать режимы для ее обработки.

2.3. Исследование влияние режимов резания на температуру в наплавке

На количество теплоты, выделяющейся в процессе обработки, влияют многие технологические факторы. В рамках производимо исследования предполагается оценка влияния таких параметров, как глубина резания t , величина подачи s и скорость резания v .

В ходе проведения вычислительного эксперимента были получены результаты, представленные в таблицах 2.7-2.9 и на рис.2.16-2.18.

Таблица 2.7

Температура резания при глубине резания $t = 0.1$ мм

Температура $T, ^\circ C$		Скорость резания, $v, \text{ м/мин}$				
		20	30	40	50	60
Подача, $s, \text{ мм/об}$	0.1	261	351	424	486	515
	0.2	311	401	461	536	601
	0.3	342	437	501	623	662

Таблица 2.8

Температура резания при глубине резания $t = 0.15$ мм

Температура $T, ^\circ C$		Скорость резания, $v, \text{ м/мин}$				
		20	30	40	50	60
Подача, $s, \text{ мм/об}$	0.1	359	444	505	553	553
	0.2	425	521	598	637	653
	0.3	475	554	658	712	720

Таблица 2.9

Температура резания при глубине резания $t = 0.25$ мм

Температура $T, ^\circ C$		Скорость резания, $v, \text{ м/мин}$				
		20	30	40	50	60
Подача, $s, \text{ мм/об}$	0.1	312	363	474	534	580
	0.2	361	445	550	621	666
	0.3	391	498	598	687	737

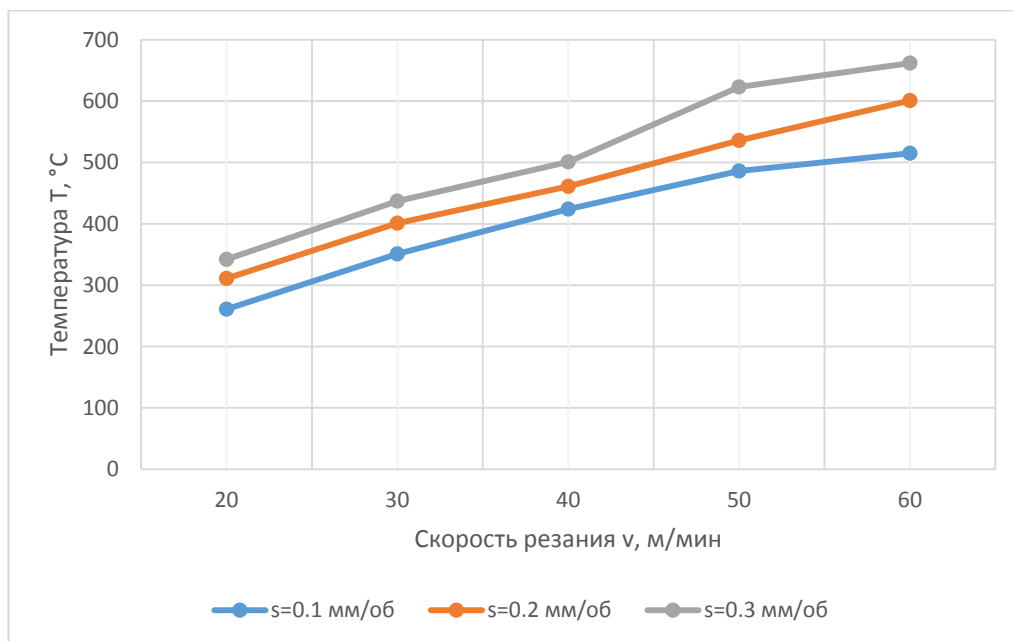


Рис.2.16. Зависимость температуры T от скорости резания v и подачи s при глубине резания $t = 0.1$ мм

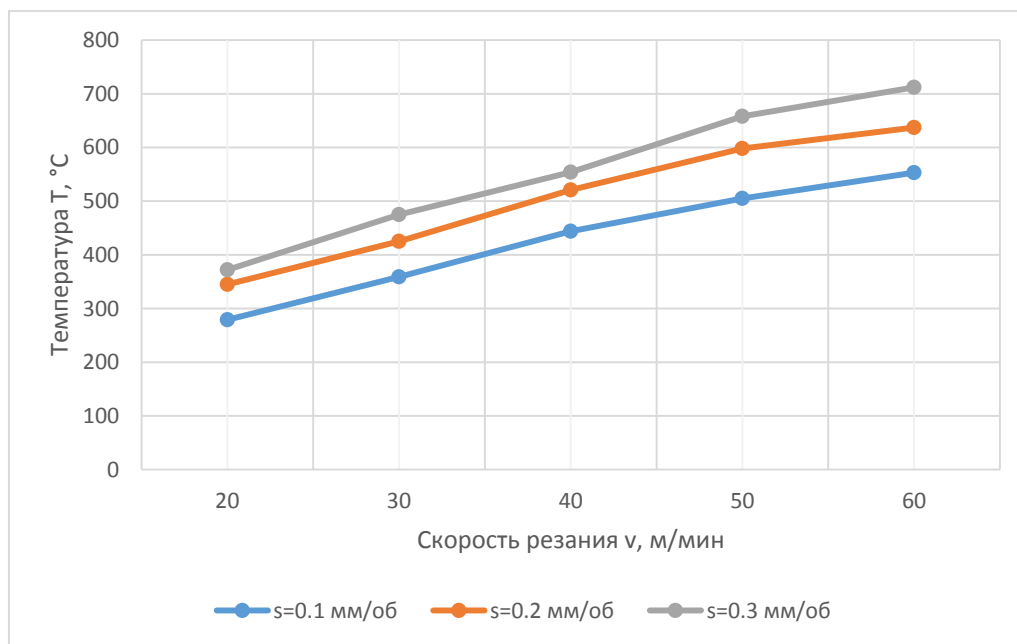


Рис.2.17. Зависимость температуры T от скорости резания v и подачи s при глубине резания $t = 0.15$ мм

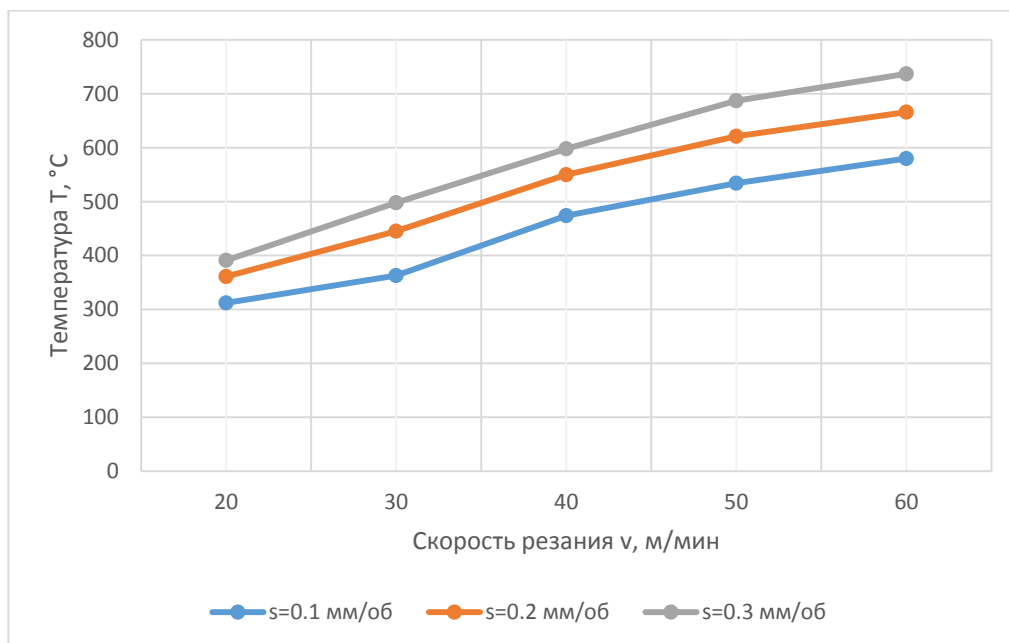


Рис.2.18. Зависимость температуры T от скорости резания v и подачи s при глубине резания $t = 0.25$ мм

Для проведения линейной аппроксимации зависимости температуры, выделяющейся в заготовке от режимов резания, предполагается использование метода планирования эксперимента при трех параметрах.

В качестве эмпирической функции выбирается степенная функция (2.1):

$$T = C_1 \cdot v^{x_1} \cdot t^{x_2} \cdot s^{x_3}, \quad (2.1)$$

Для нахождения коэффициентов C_1 , x_1 , x_2 и x_3 необходимо сначала линеаризовать функцию (2.1), а после воспользоваться методом наименьших квадратов (2.2) и (3).

$$\ln T = \ln C_1 + x_1 \cdot \ln v + x_2 \cdot \ln t + x_3 \cdot \ln s, \quad (2.2)$$

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3, \quad (2.3)$$

Действительные режимы резания должны быть закодированы: максимальным значениям присваивается код 1, минимальным – код -1.

Матрица планирования полного факторного эксперимента 2^3 представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10

Матрица планирования полного факторного эксперимента

Номер опыта	Факторы в натуральном масштабе			Факторы в безразмерной системе координат			Выходной параметр
	v	t	s	x_1	x_2	x_3	
1	20	0.1	0.1	-1	-1	-1	261
2	60	0.1	0.1	1	-1	-1	515
3	20	0.25	0.1	-1	1	-1	312
4	60	0.25	0.1	1	1	-1	580
5	20	0.1	0.3	-1	-1	1	342
6	60	0.1	0.3	1	-1	1	662
7	20	0.25	0.3	-1	1	1	391
8	60	0.25	0.3	1	1	1	737

Для каждого фактора следует определить параметры варьирования, среди которых центр, интервал, а также определить зависимость кодированной переменной x_i от натуральной. Результаты данных вычислений представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Кодирование факторов

Факторы	Верхний уровень z_i^+	Нижний уровень z_i^-	Центр z_i^0	Интервал варьирования λ_i	Зависимость кодированной переменной от натуральной
$z_1 = \log(v)$	1.778	1.301	1.54	0.24	$x_1 = \frac{z_1 - 1.54}{0.24}$
$z_2 = \log(t)$	-0.602	-1	-0.801	0.2	$x_2 = \frac{z_2 - (-0.801)}{0.2}$
$z_3 = \log(s)$	-0.523	-1	-0.761	0.24	$x_3 = \frac{z_3 - (-0.761)}{0.24}$

Вычисляем коэффициенты уравнения по формулам (2.4) и (2.5):

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j, \quad (2.4)$$

$$b_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} y_j, \quad (2.5)$$

Подставим требуемые значения в формулы (2.4) и (2.5):

$$b_0 = \frac{1}{8}(2.417 + 2.712 + 2.494 + 2.763 + 2.534 + 2.821 + 2.592 + 2.867) = 2.65$$

$$b_1 = \frac{1}{8}(-2.417 + 2.712 - 2.494 + 2.763 - 2.534 + 2.821 - 2.592 + 2.867) = 0.1408$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-2.417 - 2.712 + 2.494 + 2.763 - 2.534 - 2.821 + 2.592 + 2.867) = 0.0294$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(2.417 + 2.712 + 2.494 + 2.763 - 2.534 - 2.821 - 2.592 - 2.867) = 0.0535$$

Подставляем в уравнение (2.3) вместо x_i выражения натуральных переменных через z_i , которые берем из последнего столбца таблицы 2.11:

$$y = 2.65 + 0.1408 \left(\frac{z_1 - 1.54}{0.24} \right) + 0.0294 \left(\frac{z_2 - (-0.801)}{0.2} \right) + 0.0535 \left(\frac{z_3 - (-0.761)}{0.24} \right) = 2.0325 + 0.5866z_1 + 0.146z_2 + 0.222z_3$$

Возвращаясь к параметрам резания (2.2):

$$\log(T) = 7.5022 - 2.4325 \cdot \log(v) - 0.3589 \cdot \log(t) - 1.5843 \cdot \log(s)$$

$$T = 10^{2.0325} v^{0.5866} t^{0.146} s^{0.222} \quad (2.6)$$

2.4. Исследование влияние режимов резания на напряжение в наплавке

Выведем уравнение, связывающее режимы резания с напряжением в наплавке.

В ходе проведения вычислительного эксперимента были получены результаты, представленные в таблицах 2.12-2.14 и на рис. 2.19-2.21.

Выразим $\sigma_b = 66 \text{ кгс/мм}^2$ в МПа, получаем $\sigma_b = 647.2 \text{ МПа}$.

Таблица 2.12

Напряжение в наплавке при глубине резания $t = 0.1$ мм

Напряжение σ , МПа		Скорость резания, v , м/мин				
		20	30	40	50	60
Подача, s , мм/об	0.1	443	483	506	517	533
	0.2	469	504	521	545	554
	0.3	485	515	534	553	576

Таблица 2.13

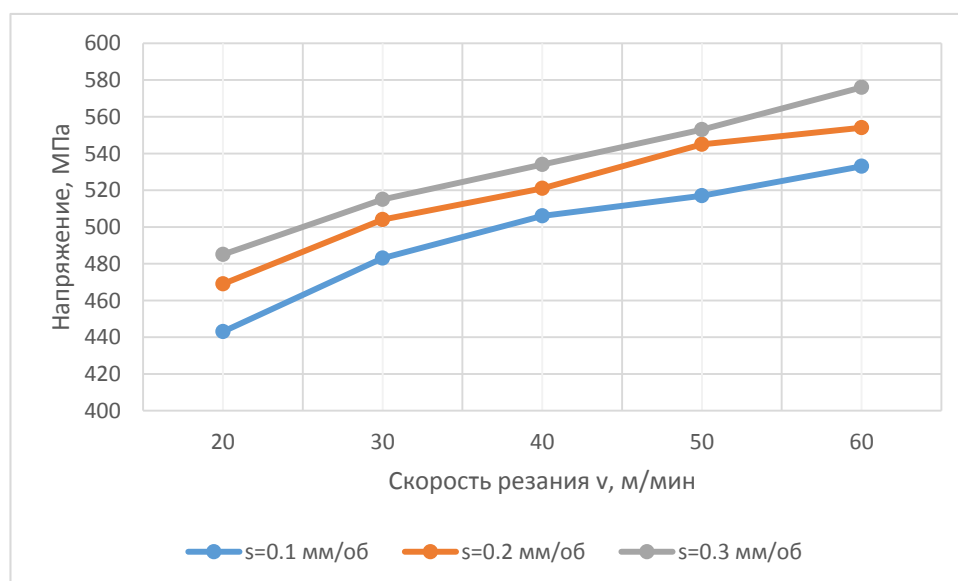
Напряжение в наплавке при глубине резания $t = 0.15$ мм

Напряжение σ , МПа		Скорость резания, v , м/мин				
		20	30	40	50	60
Подача, s , мм/об	0.1	465	502	516	542	550
	0.2	485	520	538	563	578
	0.3	504	528	552	576	592

Таблица 2.14

Напряжение в наплавке при глубине резания $t = 0.25$ мм

Напряжение σ , МПа		Скорость резания, v , м/мин				
		20	30	40	50	60
Подача, s , мм/об	0.1	484	523	540	565	572
	0.2	508	539	563	586	598
	0.3	520	557	581	596	611

Рис.2.19. Зависимость напряжения σ от скорости резания v и подачи s при глубине резания $t = 0.1$ мм

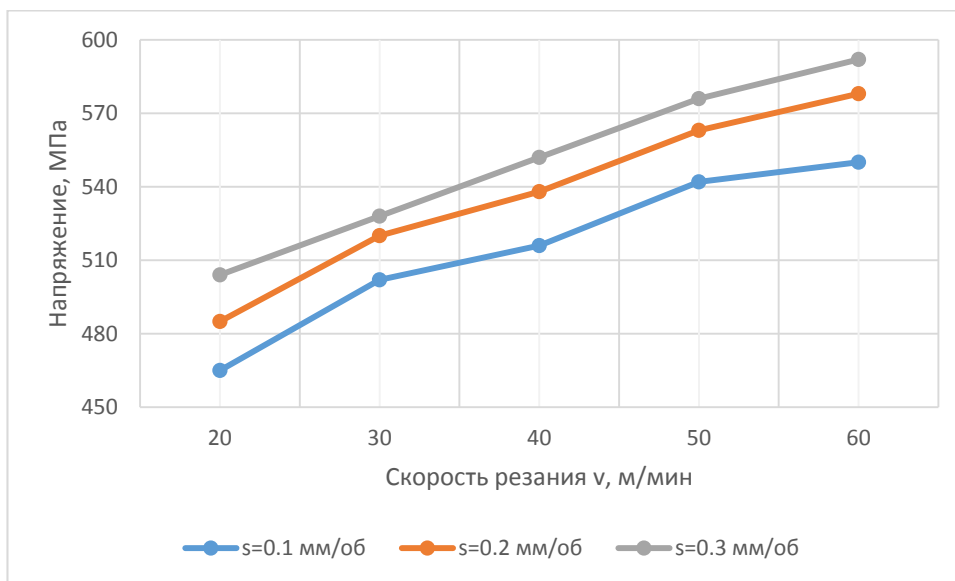


Рис.2.20. Зависимость напряжения σ от скорости резания v и подачи s при глубине резания $t = 0.15$ мм

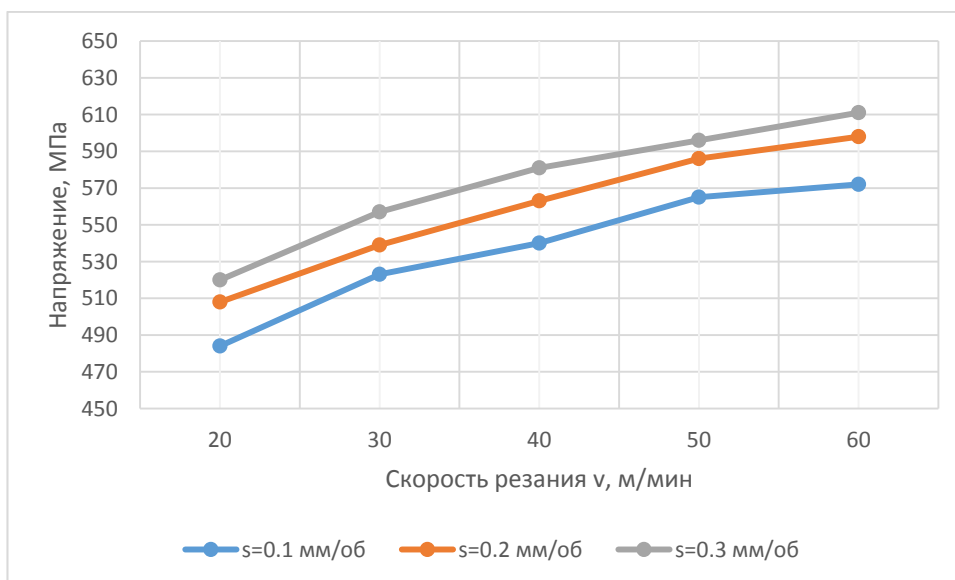


Рис.2.21. Зависимость напряжения σ от скорости резания v и подачи s при глубине резания $t = 0.25$ мм

В качестве эмпирической функции выбирается степенная функция (2.7):

$$\sigma = C_2 \cdot v^{x_4} \cdot t^{x_5} \cdot s^{x_6}, \quad (2.7)$$

Для нахождения коэффициентов C_2 , x_4 , x_5 и x_6 необходимо сначала линеаризовать функцию, а после воспользоваться методом наименьших квадратов (2.8) и (2.9).

$$\ln \sigma = \ln C_2 + x_4 \cdot \ln v + x_5 \cdot \ln t + x_6 \cdot \ln s \quad (2.8)$$

$$y = b_0 + b_1x_4 + b_2x_5 + b_3x_6 \quad (2.9)$$

Матрица планирования полного факторного эксперимента 2^3 представлена в таблице 2.15.

Таблица 2.15

Матрица планирования полного факторного эксперимента

Номер опыта	Факторы в натуральном масштабе			Факторы в безразмерной системе координат			Выходной параметр
	v	t	S	x_4	x_5	x_6	
1	20	0.1	0.1	-1	-1	-1	443
2	60	0.1	0.1	1	-1	-1	533
3	20	0.25	0.1	-1	1	-1	484
4	60	0.25	0.1	1	1	-1	572
5	20	0.1	0.3	-1	-1	1	485
6	60	0.1	0.3	1	-1	1	576
7	20	0.25	0.3	-1	1	1	520
8	60	0.25	0.3	1	1	1	611

Коэффициенты были рассчитаны в Excel по методу, представленному в пункте 2.4. После преобразования исходная функция имеет следующий вид (2.10):

$$\sigma = 10^{2.5962} \cdot v^{0.155} \cdot t^{0.078} \cdot S^{0.0691} \quad (2.10)$$

2.5. Исследование влияние режимов резания на шероховатость поверхности после обработки

В качестве экспериментальных данных для определения влияния величин режимов резания на шероховатость обработанной наплавки воспользуемся данными экспериментов, описанных в источнике [18].

Экспериментальные из названного выше исследования представлены в таблице 2.16.

Таблица 2.16

Матрица планирования полного факторного эксперимента

Номер опыта	Факторы в натуральном масштабе			Факторы в безразмерной системе координат			Выходной параметр
	v	t	S	x_7	x_8	x_9	
1	15	0.1	0.1	-1	-1	-1	Ra 0.65

Продолжение таблицы 2.16

2	70	0.1	0.1	1	-1	-1	0.58
3	15	0.4	0.1	-1	1	-1	0.73
4	70	0.4	0.1	1	1	-1	0.66
5	15	0.1	0.3	-1	-1	1	0.8
6	70	0.1	0.3	1	-1	1	0.73
7	15	0.4	0.3	-1	1	1	0.88
8	70	0.4	0.3	1	1	1	0.81

Коэффициенты были рассчитаны в Excel по методу, представленному в пункте 2.3. После преобразования исходная функция имеет следующий вид (2.11):

$$Ra = 10^{0.155} \cdot v^{-0.0639} \cdot t^{0.0803} \cdot s^{0.1875} \quad (2.11)$$

2.6. Выводы по проведенному исследованию. Рекомендации по обработке стеллитовой наплавки детали «Корпус»

В ходе проведения исследования сделаны следующие выводы:

1. На температуру T в наплавке существенное влияние оказывает скорость резания, в меньшей степени влияет значение подачи и глубины резания. Критический уровень температуры в $T = 720 \text{ }^\circ\text{C}$ был в ходе экспериментов достигнут при комбинировании $v \geq 50 \text{ м/мин}$; $s = 0.3 \text{ мм/об}$; $t \geq 0.15 \text{ мм}$;

2. На напряжение σ в наплавке наибольшее влияние оказывает скорость резания, в меньшей степени влияет значение подачи и глубины резания. Критический напряжения $\sigma_{\text{в}} = 647.2 \text{ МПа}$ в ходе экспериментов был достигнут не был;

3. На шероховатость поверхности стеллитовой наплавки Ra в наибольшей степени влияет значение подачи, существенное влияние оказывает значение глубины резания, в меньшей степени сказывается влияние глубины резания. Требуемая шероховатость поверхности $Ra = 0.63 \text{ мкм}$ была достигнута при комбинации $v \geq 60 \text{ м/мин}$; $s = 0.1 \text{ мм/об}$; $t \leq 0.3 \text{ мм}$.

4. Полученная в ходе исследования система уравнений (2.6, 2.10, 2.11) может быть использована как основа для проведения многофакторной оптимизации с целью определения комбинации режимов резания, отвечающих заданному параметру оптимизации (например, максимальная производительность).

Рекомендации для обработки стеллитовой наплавки в рамках реализации технологического процесса изготовления детали «Корпус»:

1. В качестве инструмента для чистовой обработки назначить:
 - 1) Пластину TPGW110304S01020F 7015;
 - 2) Державку расточную E16R-STFPR 11-R.
2. В качестве режимов резания для чистовой обработки принять:
 - 1) $v = 70$ м/мин ;
 - 2) $s = 0.1$ мм/об ;
 - 3) $t = 0.15$ мм.

Данная комбинация режимов резания соответствует следующим параметрам процесса резания:

- 1) $T = 592$ °C;
 - 2) $\sigma = 560.82$ МПа;
 - 3) $Ra = 0.607$ мкм.
3. В качестве инструмента для черновой обработки назначить:
 - 1) Пластину TPGW110308S01020F 7105;
 - 2) Державку расточную E16R-STFPR 11-R.
 4. В качестве режимов резания для черновой обработки принять режимы:
 - 1) $v = 50$ м/мин ;
 - 2) $s = 0.3$ мм/об ;
 - 3) $t = 0.25$ мм.

Разработанные рекомендации будут использованы при проектировании операций обработки стеллитовой наплавки в рамках раздела 3 данной работы.

Раздел 3. Технологическая часть

3.1. Анализ чертежа детали

3.1.1. Описание служебного назначения детали

Деталь «Корпус» является сварной корпусной деталью (корпус клапана проходной с фланцами не на одной оси, код классификатора ЕСКД 731623), в состав

которой входят детали «Корпус малый» и две детали «Фланец» (чертеж представлен в приложении 2). Данная деталь является базовой деталью сборочной единицы «Клапан нижнего продувания», используемого во вспомогательной системе судовых паровых котлов. Эскиз «Клапана нижнего продувания» представлен на рис.3.1.

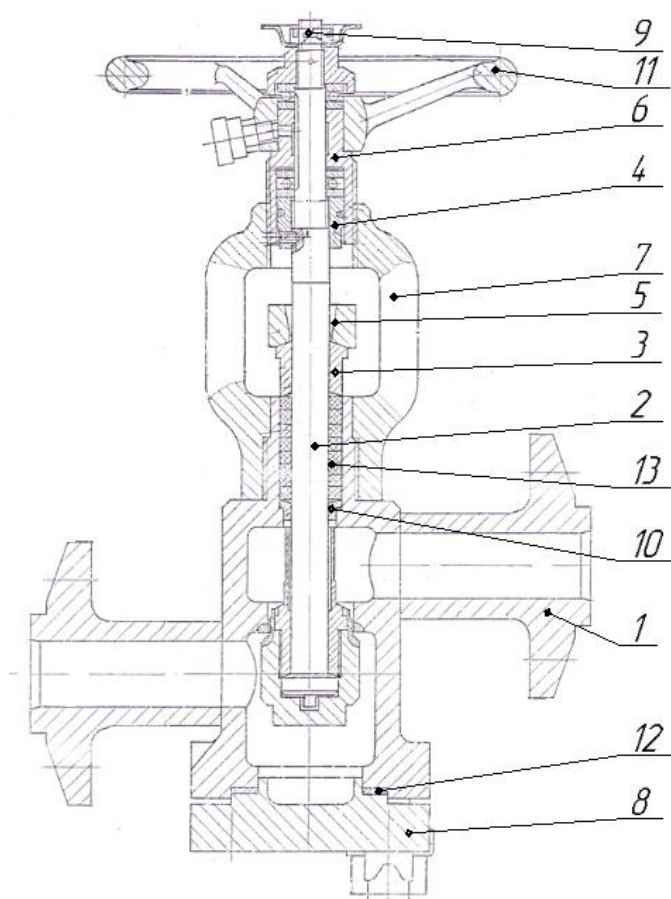


Рис.3.1. Эскиз сборки «Клапан нижнего продувания»

На рис.3.1 цифрами обозначены следующие детали: 1 – Корпус; 2 – Шпindel в сборе с тарелкой; 3 – Втулка сальника; 4 – Гайка упорная; 5 – Фланец нажимной; 6 – Втулка ходовая; 7 – Крышка; 8 – Заглушка; 9 – Гайка упорная; 10 – Грундбукса; 11 – Маховик; 12 – Прокладка; 13 – Набивка сквозного плетения.

3.1.2. Оценка соответствия технических требований чертежа детали действующим нормам и стандартам ЕСКД

На исходном чертеже детали «Корпус» присутствуют следующие несоответствия действующим стандартам и ЕСКД:

1. Используемое на чертеже условное обозначение шероховатости отличается от представленного в действующем стандарте (ГОСТ 2.309-73 ЕСКД изм. 3);

2. Чертеж содержит вид, показывающий необходимую обработку и взаимную установку деталей при сварке. Данный вид дублирует информацию из технологической документации и должен быть удален, т.к. количество видов на чертеже должно быть минимальным (ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД);

3. Знак базы для оси поверхности $\varnothing 50H12$ (база А) задано некорректно, т.к. размещен непосредственно на осевой линии, а не на продолжении соответствующей размерной линии (ГОСТ Р 53442-2015);

4. Обозначение требования к допуску соосности осей поверхностей $\varnothing 40d11$ и $\varnothing 42H11$ относительно оси поверхности $\varnothing 50H12$ (база А) использует некорректный символ, не соответствующий стандарту (ГОСТ Р 53442-2015). Также следует задавать значение данного допуска с использованием символа « \varnothing »;

5. На чертеже отсутствует обозначение неуказанной шероховатости (ГОСТ 2.309-73 ЕСКД);

6. Обозначение знака шероховатости не соответствует требованиям ГОСТ 2.309-73 ЕСКД изм. 3;

7. Добавлен пункт «Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, $\pm IT14/2$ » (ГОСТ 2.316-2008);

8. Добавлен пункт «* Размеры для справок» (ГОСТ 2.316-2008).

3.2. Анализ технологичности детали в условиях обработки с применением оборудования с ЧПУ

Технологичность детали оценивается по качественным и количественным критериям.

3.2.1. Качественная оценка технологичности

Для детали «Корпус» можно выделить следующие требования:

1. Требования к жесткости при обработке. Деталь «Корпус» представляет собой в крупногабаритный корпус, основными поверхностями которого являются протяженные поверхности вращения, при обработке которых следует использовать удлиненные кулачки.

Для детали «Фланец» обработка до сварки возможна с использованием стандартных кулачков.

2. Обеспечение наличия комплектов технологических баз для обработки деталей. Для детали «Корпус» задана база А (ось цилиндрической поверхности Ø50Н9), также предполагается использование в качестве технологических двойных направляющих баз осей наружных цилиндрических поверхностей Ø86 и Ø145. В качестве технологических опорных баз используются торцовые поверхности Ø86 и Ø145. В качестве технологической опорной базы по углу поворота используется отверстие (Ø17.7Н10) под нарезание резьбы М20-6Н.

При обработке деталей «Корпус малый» и «Фланец» в качестве технологических двойных направляющих баз используются оси наружных цилиндрических поверхностей, технологическими опорными базами являются торцы деталей.

3. Максимальная концентрация операций при обработке на станках с ЧПУ. Использование оборудования с ЧПУ позволяет производить большую часть токарных и фрезерных переходов, необходимых для поверхностей, находящихся в одной области обработки, за один установ.

4. Возможность обработки больших комплексов поверхностей с помощью консольно закрепленного инструмента. Обрабатываемые поверхности детали «Корпус» делятся на несколько комплексов, обрабатываемых за один установ (1 – комплекс поверхностей Ø50Н9, Ø76, Ø42Н11, карманы Ø62; 2 – комплекс поверхностей Ø30Н11, Ø40d11, Ø42Н14, Ø25Н8, М45х2-6g; 3 – комплекс поверхностей Ø125, Ø65, Ø50b12, Ø34, Ø32).

Для детали «Фланец» можно выделить два комплекса поверхностей, состоящих из цилиндрических и торцовых поверхностей: 1 – комплекс поверхностей,

обрабатываемых до сборки ($\text{Ø}28\text{f}9$, $\text{Ø}23\text{H}14$, $\text{Ø}50\text{H}14$, $\text{Ø}127_{-1}$); 2 – комплекс поверхностей, обрабатываемых до сборки ($\text{Ø}125\text{h}14$, $\text{Ø}65\text{h}14$, $\text{Ø}55\text{b}12$, $\text{Ø}32\text{H}14$; $\text{Ø}34\text{h}14$; $\text{Ø}18\text{H}14$).

5. В конструкции деталей должно быть сведено к минимуму количество отверстий, расположенных не под прямым углом. В конструкции детали «Корпус» и ее составляющих таких отверстий не присутствует.

6. Максимальная унификация обрабатываемых поверхностей. При обработке деталей должен использоваться доступный (стандартизированный или ранее спроектированный) инструмент. В конструкции детали «Корпус» нет конструктивных элементов, требующих специального инструмента для обработки.

7. Задание контура обработки с учетом возможностей технологического оборудования с ЧПУ. Обработка детали «Корпус» требует использования двух системах координат: декартовой и полярной.

3.2.2. Количественная оценка технологичности

Количественная оценка технологичности ведется по расчетным коэффициентам точности, шероховатости и стандартизованности поверхностей.

1. Рассчитаем коэффициент точности $K_{\text{ТЧ}}$ по формуле (3.1):

$$K_{\text{ТЧ}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{ср}}}, \quad (3.1)$$

где $T_{\text{ср}}$ – средняя точность обрабатываемой детали, определяемая по (3.2).

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum(T_i \cdot N_i)}{N}, \quad (3.2)$$

где T_i – квалитет отдельного размера;

N_i – количество размеров с квалитетом T_i ;

N – общее количество размеров.

Информация о точности поверхностей сведена в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Точность поверхностей детали

Квалитет	8	9	11	12	14
N_i	1	1	4	2	25

Общее количество размеров N :

$$N = 32$$

Произведем расчет по формуле (3.2):

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum(T_i \cdot N_i)}{N} = \frac{(8 \cdot 1) + (9 \cdot 1) + (11 \cdot 3) + (12 \cdot 2) + (14 \cdot 25)}{32} = 13.25$$

Произведем расчет по формуле (3.1):

$$K_{\text{тч}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{cp}}} = 1 - \frac{1}{13.25} = 0.92$$

2. Определим коэффициент шероховатости $K_{\text{ш}}$ по формуле (3.3):

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{cp}}}, \quad (3.3)$$

где Ш_{cp} – средняя шероховатость поверхностей детали, определяемая по (3.4):

$$\text{Ш}_{\text{cp}} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot N_i}{N}, \quad (3.4)$$

где Ш_i – шероховатость отдельной поверхности.

N_i – количество поверхностей с шероховатостью Ш_i ;

N – общее количество поверхностей всего.

Информация о шероховатости поверхностей сведена в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Шероховатость поверхностей детали

Ra, мкм	0.63	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5
N_i	1	3	3	2	26	4

Общее количество размеров N :

$$N = 39$$

Произведем расчет по формуле (3.4):

$$\text{Ш}_{\text{cp}} = 5.84 \text{ мкм}$$

Произведем расчет по формуле (3.3):

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{5.84} = 0.17$$

3. Определим коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей $K_{п.ст}$ по формуле (3.5):

$$K_{п.ст} = \frac{D_{о.с.}}{D_{м.о.}} = \frac{D_{м.о.} - D_{спец.}}{D_{м.о.}}, \quad (3.5)$$

где $D_{о.с.}$ – число поверхностей детали, обрабатываемых стандартным инструментом,

$D_{м.о.}$ – число всех подвергаемых механической обработки поверхностей,

$D_{спец.}$ – число поверхностей, обрабатываемых специальным инструментом.

$$K_{п.ст} = 1$$

3.3. Выявление комплектов основных конструкторских баз

Деталь «Корпус» имеет следующий комплект конструкторских основных баз:

1. Торцевая поверхность фланца $\varnothing 55b12$ является конструкторской основной установочной явной базой, лишаящей деталь трех степеней свободы;
2. Ось цилиндрической поверхности $\varnothing 50H12$ является конструкторской основной двойной опорной скрытой базой, лишаящей деталь двух степеней свободы;
3. Образующая внутренней цилиндрической поверхности отверстия под крепеж $\varnothing 18H14$ создает конструкторскую основную опорную явную базу по углу поворота, лишаящую деталь одной степени свободы.

3.4. Основные технологические задачи

3.4.1. Точность размеров

Наиболее точные линейные размеры:

1. $79.5^{(+0.19)}$ – допуск соответствует 11 качеству;
2. $192_{(-0.46)}$ – допуск соответствует 12 качеству.

Наиболее точные диаметральные размеры:

1. $\varnothing 25H8^{(+0.033)}$ – допуск соответствует 8 качеству;
2. $\varnothing 50H9^{(+0.062)}$ – допуск соответствует 9 качеству;
3. $\varnothing 30H11^{(+0.13)}$ – допуск соответствует 11 качеству;

4. $\varnothing 42H11^{(+0.16)}$ – допуск соответствует 11 квалитету;

5. $\varnothing 40d11(-0.09_{-0.24})$ – допуск соответствует 11 квалитету;

6. $\varnothing 55b12(-0.19_{-0.49})$ – допуск соответствует 12 квалитету.

Угловые размеры:

1. $10^{\circ} \pm 1^{\circ}$ – допуск соответствует 13-14 степени точности;

2. $45^{\circ} \pm 1^{\circ}$ – допуск соответствует 13-14 степени точности.

3.4.2. Точность формы

На чертеже детали «Корпус» допуски формы не заданы, что означает, что данные допуски должны находиться в пределах интервалов допусков на соответствующие размеры.

3.4.3 Точность ориентации

На чертеже детали «Корпус» допуски ориентации не заданы, что означает, что данные допуски должны находиться в пределах интервалов допусков на соответствующие размеры.

3.4.3. Точность месторасположения

Задан допуск соосности осей отверстий $\varnothing 25H8$, $\varnothing 42H11$ и оси отверстия $\varnothing 50H9 - \varnothing 0.05$ мм (10-11 степень точности).

3.4.4. Точность биения

На чертеже детали «Корпус» допуски биений не заданы, что означает, что данные допуски должны находиться в пределах интервалов допусков на соответствующие размеры.

3.4.5. Шероховатость поверхностей

Шероховатость фаски $0.5 \times 45^{\circ}$ – Ra 0.4 мкм после притирки (Ra 0.63 мкм предварительно).

Шероховатость торцовой поверхности, ограниченной $\varnothing 50H12$ и $\varnothing 76$ – Ra 0.8 мкм.

Шероховатость торцовой поверхности фланцев $\varnothing 55b12$ – Ra 0.8 мкм.

Шероховатость цилиндрической поверхности Ø25H8 – Ra 1.6 мкм.

Шероховатость цилиндрической поверхности Ø30H11 – Ra 1.6 мкм.

Шероховатость цилиндрической поверхности Ø42H11 – Ra 1.6 мкм.

Шероховатость цилиндрической поверхности Ø40d11 – Ra 3.2 мкм.

Шероховатость цилиндрической поверхности Ø50H12 – Ra 3.2 мкм.

Шероховатость большинства оставшихся поверхностей соответствует Ra 3.2 мкм.

3.4.7. Физико-химические свойства материала

Материалом для изготовления деталей «Фланец» и «Корпус малый», входящих в состав сборочной единицы «Корпус» является сталь коррозионно-стойкая жаропрочная 08X18H10T. Данные о химическом составе данного материала и его механических свойствах представлены в разделе 1.5 (см. таблицы 1.1, 1.2)

3.5. Определение объема выпуска

Технологический процесс детали «Корпус» проектируется для изготовления в условиях мелкосерийного производства.

Рассчитаем объем партии деталей по формуле (3.6):

$$n \geq \frac{N \cdot a}{T}, \quad (3.6)$$

где N – объем выпуска, 250 шт/год;

T – кол-во рабочих дней в планируемом периоде выпуска;

a – периодичность запуска партий, дн.

За период выпуска примем 2019 год, содержащий 247 рабочих дней. Периодичность запуска партий деталей будет осуществляться каждые 9 дней.

Подставив данные в формулу (3.6), получаем:

$$n \geq \frac{N \cdot a}{T} = \frac{450 \cdot 9}{247} = 9.11 \text{ шт}$$

Примем количество деталей в партии равным 10 шт.

Партия запуска должна содержать детали, компенсирующих возможное возникновение брака (допустимый показатель – 5%), а также детали для наладки оборудования (1 шт.). Рассчитаем объем партии запуска по формуле (3.7):

$$n_3 = 1.05n + 1 = 11.5 \quad (3.7)$$

Примем данное значение равным 12 шт.

Определим величину такта выпуска по формуле (3.8):

$$t_{\text{в}} = \frac{F \cdot m \cdot K_{\text{от}}}{N}, \quad (3.8)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска, ч;

F – годовой фонд времени рабочего места за одну смену, ч;

m – число смен;

$K_{\text{от}}$ – коэффициент, учитывающий простои по организационно-техническим причинам;

N – число изделий, запускаемых в производство, шт.

Годовой фонд времени в 2019 году составляет 1976 часов, количество смен равно 2, время на организационно-техническое обслуживание принимается равным 10% от операционного времени (т.е. $K_{\text{от}} = 0.9$). Подставив данные значения в формулу (3.8), получаем:

$$t_{\text{в}} = \frac{F \cdot m \cdot K_{\text{от}}}{N} = \frac{1976 \cdot 2 \cdot 0.9}{250} = 14.22 \text{ ч}$$

3.6. Выбор исходных заготовок

Критериями выбора заготовок являются следующие параметры: материал заготовки, геометрическая форма элементов детали, серийность производства, коэффициент использования материала, а также стоимость заготовки с учетом черновой обработки.

В качестве заготовки для детали «Корпус малый» предлагается использование прутка из стали 08X18H10T по ГОСТ 2590-2006 (чертеж см. в приложении 3). Размер прутка $\emptyset 155 \times 200$ мм, так как в условиях рассматриваемого производства поковку таких габаритов произвести невозможно. Данный выбор обусловлен низкой стоимостью прутков по сравнению с другими методами формообразования заготовки.

В качестве заготовки для детали «Фланец» предлагается использование поковки гр. IVК $\sigma = 196$ Мпа ГОСТ 25054-84. Чертеж данной поковки представлен

в приложении 3. Данный выбор обусловлен более высоким коэффициентом использования материала, чем при использовании прутковой заготовки. Расчеты данного коэффициента приведены ниже.

Коэффициент использования материала определяется по формуле (3.9):

$$K = \frac{Q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}}}, \quad (3.9)$$

где $Q_{\text{дет}}$ – объем детали, см³;

$Q_{\text{заг}}$ – объем заготовки, см³.

Объем заготовок и деталей определялся при помощи создания 3D-моделей в программе «Компас-3D».

Произведем расчет по формуле (3.9) для прутковых заготовок деталей «Фланец» и «Корпус малый», а также для поковки для детали «Фланец»:

$$K_{\text{фл.пр.}} = \frac{Q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}}} = \frac{267.934}{1541.962} = 0.17$$

$$K_{\text{к.м.пр.}} = \frac{Q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}}} = \frac{671.510}{3012.291} = 0.222$$

$$K_{\text{фл.пок.}} = \frac{Q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}}} = \frac{267.934}{634.252} = 0.422$$

Рассчитанные значения коэффициента использования материала для выбранных заготовок допустимы для мелкосерийного производства. Использование других методов формообразования увеличивает технологическую себестоимость детали за счет необходимости приобретения дорогого технологического оборудования.

3.7. Разработка маршрутной технологии обработки

3.7.1. Этапы и стадии обработки маршрутной технологии

Обработка детали «Корпус» включает в себя операции, состоящие в основном из токарных переходов, большого количества сверлильных и нескольких фрезерных переходов. При этом имеет можно выделить черновой, получистовой и чистовой этапы обработки. Структуру данного технологического процесса можно представить следующим образом:

1. Первая стадия – получение заготовок:

1) Заготовительный этап. Проведение входного контроля заготовок для деталей «Фланец» и «Корпус малый».

2) Термическая обработка данных заготовок (закалка 1020-1100°C, охлаждение вода или масло), проведение испытаний на МКК.

2. Вторая стадия – черновая и получистовая обработка деталей «Фланец» и «Корпус малый»:

1) Черновой и получистовой этапы. Данные этапы возможно объединить в связи со спецификой обработки на станках с ЧПУ (формирование поверхностей происходит за несколько рабочих ходов, тем самым последовательно увеличивая точность обработки). На данном этапе происходит обработка размеров 10-14 квалитетов, снятие около 70% припусков, формирование комплектов чистовых баз под последующую обработку и подготовка поверхностей под чистовую обработку.

3. Третья стадия – сборка детали «Корпус», наплавка стеллита.

1) Этап сборки. На данном этапе происходит комплектование детали «Корпус» с последующей сваркой, очистка заготовки, выполнение контрольных мероприятий.

2) Нанесение сплава. На данном этапе производится наплавка стеллита, черновая обработка наплавки (снятие излишнего материала с учетом припуска под чистовую обработку), выполнение контрольных мероприятий.

4. Четвертая стадия – окончательная обработка детали «Корпус».

1) Чистовая обработка. На данном этапе реализуется обработка размеров вплоть до 8-9 квалитета, достижение допусков точности размеров, формы, ориентации и месторасположения, качества поверхностного слоя, заданных на чертеже.

2) Контрольный этап. Осуществления контроля выполнения поставленных технологических задач.

В таблицах 3.2-3.7 приведены маршруты обработки наиболее точных поверхностей.

Таблица 3.2

Маршрут обработки поверхности $\varnothing 25H8^{(+0.033)}$

Этап обработки	Содержание этапа	Размер	Шероховатость, мкм
Заготовительный	Получение заготовки	-	-
Черновой	Сверление	$\varnothing 20H14^{(+0.52)}$ (14 кв.)	Ra 6.3
Получистой	Растачивание	$\varnothing 23H10^{(+0.084)}$ (11 кв.)	Ra 3.2
Чистой	Растачивание	$\varnothing 25H8^{(+0.033)}$ (8 кв.)	Ra 1.6

Таблица 3.3

Маршрут обработки поверхности $\varnothing 30H11^{(+0.13)}$

Этап обработки	Содержание этапа	Размер	Шероховатость, мкм
Заготовительный	Получение заготовки	-	-
Черновой	Сверление	$\varnothing 20H14^{(+0.52)}$ (14 кв.)	Ra 6.3
Получистой	Растачивание	$\varnothing 28H12^{(+0.084)}$ (12 кв.)	Ra 3.2
Чистой	Растачивание	$\varnothing 30H11^{(+0.033)}$ (11 кв.)	Ra 1.6

Таблица 3.4

Маршрут обработки поверхности $\varnothing 42H11^{(+0.16)}$

Этап обработки	Содержание этапа	Размер	Шероховатость, мкм
Заготовительный	Получение заготовки	-	-
Черновой	Сверление	$\varnothing 20H14^{(+0.52)}$ (14 кв.)	Ra 12.5
	Растачивание	$\varnothing 24H13^{(+0.33)}$ (13 кв.)	Ra 6.3
Получистой	Растачивание	$\varnothing 40H12^{(+0.25)}$ (11 кв.)	Ra 3.2
Чистой	Растачивание	$\varnothing 42H11^{(+0.16)}$ (8 кв.)	Ra 1.6

Таблица 3.5

Маршрут обработки поверхности $\varnothing 40d11(-0.09_{-0.24})$

Этап обработки	Содержание этапа	Размер	Шероховатость, мкм
Заготовительный	Получение заготовки	$\varnothing 150$	Ra 80
Черновой	Точение	$\varnothing 50h14_{(-0.62)}$ (14 кв.)	Ra 6.3
Получистой	Точение	$\varnothing 45.3h12_{(-0.33)}$ (12 кв.)	Ra 6.3
Чистой	Точение	$\varnothing 40d11(-0.09_{-0.24})$ (11 кв.)	Ra 3.2

Таблица 3.6

Маршрут обработки поверхности $\varnothing 50H12(+0.25)$

Этап обработки	Содержание этапа	Размер	Шероховатость, мкм
Заготовительный	Получение заготовки	-	-
Черновой	Сверление, растачивание	$\varnothing 40H14(+0.33)$ (14 кв.) $\varnothing 46H11(+0.16)$ (13 кв.)	Ra 12.5 Ra 6.3
Чистой	Растачивание	$\varnothing 50H9(+0.062)$ (12 кв.)	Ra 3.2

Таблица 3.7

Маршрут обработки поверхности $\varnothing 55b12(-0.19_{-0.49})$

Этап обработки	Содержание этапа	Размер	Шероховатость, мкм
Заготовительный	Получение заготовки	$\varnothing 130$	Ra 80
Чистой	Точение	$\varnothing 57H14_{(-0.62)}$ (14 кв.)	Ra 6.3
Чистой	Точение	$\varnothing 55b12(-0.19_{-0.49})$ (12 кв.)	Ra 3.2

3.7.2. Объединение обрабатываемых поверхностей в зоны и области обработки

Разбиении контура обрабатываемой детали на области обработки группирование производится по следующему принципу: одна область соответствует одной операции (установу), при этом каждая область разбивается на зоны обработки, соответствующие отдельному технологическому переходу.

В рамках данного раздела рассматриваются зоны обработки деталей «Фланец», «Корпус малый» и сварной конструкции «Корпус». Нумерация областей

обработки для всех деталей общая и выполнена в последовательности выполнения обработки деталей (обработка детали «Фланец» до сборки, затем обработка детали «Корпус малый» до сборки, затем обработка сварной детали «Корпус»), чтобы избежать возникновения разночтений.

1. Область обработки 1 – Черновая обработка детали «Фланец» (правый торец).

Данная область разделена на следующие зоны, в которых реализуются следующие технологические задачи:

1) 1–открытая зона, черновое точение торца и наружной цилиндрической поверхности фланца $\varnothing 127_{(-1)}$ с выдерживанием размеров 33 ± 0.5 ;

2. Область обработки 2 – Черновая обработка детали «Фланец» (левый торец).

1) 1–открытая зона, черновое точение торца с выдерживанием размера $103H14_{(-0.87)}$, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 50h14_{(-0.62)}$ с выдерживанием размера 31 ± 0.31 ;

2) 2–открытая зона, растачивание отверстия $\varnothing 23H14^{(+0.52)}$.

3) 3–полуоткрытая зона, получистовое и чистовое точение наружной поверхности $\varnothing 28f9_{(-0.020/0.072)}$ с выдерживанием размеров 13 ± 0.215 , $50 \pm 5^\circ$.

3. Область обработки 3 – Черновая обработка детали «Корпус малый» (правый торец).

1) 1–открытая зона, черновое точение торца с выдерживанием размера $196_{(-1.15)}$, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 147_{(-1.6)}$ с выдерживанием размера 31 ± 0.31 ;

2) 2–открытая зона, сквозное сверление отверстия $\varnothing 20H14^{(+0.52)}$.

3) 3–полуоткрытая зона, растачивание отверстия $\varnothing 24H13^{(+0.33)}$.

4) 4–открытая зона, сверление отверстия $\varnothing 40H12^{(+0.25)}$ на длину 78 ± 0.5 .

5) 5–полуоткрытая зона, растачивание отверстия $\varnothing 46H11^{(+0.16)}$ на длину 78 ± 0.5 .

б) 6–закрытая зона, растачивание карманов $\emptyset 60H14^{(+0.74)}$ и $\emptyset 32H14^{(+0.62)}$, выдерживая размеры $79^{+0.4}$, 128 ± 0.5 , $33^{(+1)}$.

7) 7–закрытая зона, точение канавки с выдерживанием размеров $R5$, $\emptyset 53^{(+0.74)}$, $\emptyset 34_{(-0.62)}$, 6 ± 0.15 .

4. Область обработки 4 – Черновая обработка детали «Корпус малый» (левый торец).

1) 1–открытая зона, черновое точение торца с выдерживанием размера $194_{(-1.15)}$, точение цилиндрической поверхности $\emptyset 86_{(-0.87)}$ с выдерживанием размера $28_{-0.52}$;

2) 2–открытая зона, точение цилиндрической поверхности $\emptyset 50_{(-0.62)}$ с выдерживанием размера 49 ± 0.31 , $4 \pm 0.15 \times 45^\circ$.

5. Область обработки 5 – обработка детали отверстий под установку детали «Фланец» в детали «Корпус малый».

1) 1–открытая зона, сверление отверстий $\emptyset 28H9^{(+0.052)}$ с выдерживанием размеров 62 ± 0.37 и 51 ± 0.37 ;

2) 2–открытая зона, фрезерование лыски на фланце с выдерживанием размера 59.5 ± 0.37 .

6. Область обработки 6 – внутренняя и наружная обработка детали «Корпус» (правый торец).

1) 1–открытая зона, точение торца с выдерживанием размера $193_{(-0.73)}$, точение цилиндрической поверхности $\emptyset 145_{(-1)}$ с выдерживанием размера $27_{(-0.52)}$;

2) 2–открытая зона, точение комплекса цилиндрических поверхностей и уступа, ограниченного им, с выдерживанием размеров $\emptyset 50H9^{(+0.062)}$, $\emptyset 76^{(+0.74)}$, 5 ± 0.15 ;

3) 3–полуоткрытая зона, растачивание отверстия $\emptyset 42H11^{(+0.16)}$.

4) 4–закрытая зона, растачивание карманов с выдерживанием размеров $\emptyset 60^{(+0.74)}$, $79H11^{(+0.19)}$, $35^{(+0.62)}$

5) 5–полуоткрытая зона, точение канавки с выдерживанием размеров $1^{(+0.25)}$, 0.7.

6) 6–полуоткрытая зона, фрезерование лысок с выдерживанием размеров $27h14_{(-0.52)}$ и $115h14_{(-0.87)}$.

7) 7–полуоткрытая зона, сверление 4 отв. $\emptyset 17.7H10^{(+0.07)}$ с выдерживанием $\emptyset 105 \pm 0.3$.

7. Область обработки 7 – наружная обработка детали «Корпус» (левый торец).

1) 1–открытая зона, точение торца с выдерживанием размера $192_{(-0.62)}$, точение цилиндрической поверхности $\emptyset 45.3h12_{(-0.33)}$ с выдерживанием размера 50 ± 0.31 ;

2) 2–открытая зона, точение поверхности $\emptyset 40d11_{(-0.09)}^{(-0.24)}$ с выдерживанием размера 20 ± 0.26 ;

3) 3–полуоткрытая зона, растачивание поверхностей $\emptyset 25H8^{(+0.033)}$ и $\emptyset 30H11^{(+0.033)}$ с выдерживанием размеров 54 ± 0.37 , точение фасок $1 \pm 0.125 \times 45^\circ$;

4) 4–полуоткрытая зона, точение канавки с выдерживанием размеров $5^{(+0.3)}$, $\emptyset 42_{(-0.62)}$, R1.6, R0.5;

5) 5–полуоткрытая зона нарезание резьбы M45x2-6g.

8. Область обработки 8 – обработка деталей «Фланец» в составе сборки «Корпус».

1) 1–открытая зона, точение торца с выдерживанием размера 136 ± 0.5 , точение комплекса наружных поверхностей с выдерживанием размеров $\emptyset 125_{(-1)}$, $\emptyset 65_{(-0.76)}$, $\emptyset 55b12_{(-0.19)}^{(-0.49)}$ и $30_{(-0.52)}$, $22_{(-0.52)}$, $11_{(-0.43)}$;

2) 2–полуоткрытая зона, растачивание отверстия с выдерживанием размеров $\emptyset 34^{(+0.62)}$ и $\emptyset 32_{(-0.62)}$, $10^\circ \pm 1^\circ$.

3) 3–закрытая зона, сверление с предварительным подготовкой площадкой фрезерованием 4-ех отверстий $\emptyset 18^{(+0.43)}$ с выдерживанием размера 90 ± 0.3 .

9. Область обработки 6 – нарезание резьбы М20-6Н в 4 предварительно просверленных отверстиях $\varnothing 17.7H10^{(+0.07)}$ на торце детали «Корпус малый».

3.7.3. Маршрутный технологический процесс

В таблицах 3.8-3.10 представлены маршрутные технологические процессы (МТП) изготовления деталей «Фланец», «Корпус малый» и «Корпус».

Таблица 3.8

МТП изготовления детали «Фланец»

Номер и название операции	Содержание операции	Используемое оборудование
005 Заготовительная	Изготовить поковку	Кривошипно-горячештамповочный пресс, закрытый штамп
010 Контрольная	Осуществить внешний осмотр заготовки, контролировать ее размеры	Плита контрольная
015 Термическая	Провести закалку при $t=1020-1100^{\circ}\text{C}$, охлаждение вода или масло	Печь
020 Испытания лабораторные	Испытать на склонность к МКК по методу АМУ ГОСТ6032-2003	Лабораторное оборудование
025 Токарно-винторезная	Выполнить обработку в области 1	Токарно-винторезный станок
030 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Выполнить обработку в области 2	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ
035 Технический контроль	Провести контроль размеров после операций 025, 030	Плита контрольная
040 Слесарная	Зачистить заусенцы, острые кромки притупить.	Верстак, слесарные инструменты
045 Моечная	Промыть деталь	Моечная машина
050 Контрольная	Контролировать выполнение технологических задач	Стол ОТК

Таблица 3.9

МТП изготовления детали «Корпус малый»

Номер и название операции	Содержание операции	Используемое оборудование
005 Входной контроль	Произвести внешний осмотр заготовки. Проверить наличие сопроводительной документации, клейм ОТК, соответствие марки материала: Сталь 08X18H10T ГОСТ5632-72 и маркировки.	Плита контрольная
010 Отрезная	Выполнить разрезание прутка на заготовки длиной $L=198\pm 2$	Отрезной станок
015 Технический контроль	Внешний осмотр заготовки. Контролировать размеры заготовки $\varnothing 155\pm 4$ и 198 ± 2 мм.	Плита контрольная
020 Термическая	Произвести закалку 1020-1100°C, охлаждение вода или масло	Печь
025 Лабораторные испытания	Испытать на склонность к МКК по методу АМУ ГОСТ6032-2003	Лабораторное оборудование
030 Токарно-винторезная	Выполнить наружную обработку прутка	Токарно-винторезный станок
035 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Выполнить обработку в области 3	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ
040 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Выполнить обработку в области 4	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ
045 Горизонтально-расточная	Выполнить обработку в области 5	Горизонтально-расточной станок с ЧПУ
050 Слесарная	Зачистить заусенцы, острые кромки притупить.	Верстак, слесарные инструменты
055 Моечная	Промыть деталь	Моечная машина
060 Окончательный контроль	Контролировать выполнение технологических задач	Стол ОТК

Таблица 3.10

МТП изготовления детали «Корпус»

Номер и название операции	Содержание операции	Используемое оборудование
005 Комплектование	Собрать детали: 1. КТМ.000.001.002 Фланец (Сталь 08X18H10T); 2. КТМ.000.001.001 Корпус малый (Сталь 08X18H10T)	Верстак слесарный

Продолжение таблицы 3.10

010 Сварка	Сварить детали 1. КТМ.000.001.002 Фланец (Сталь 08X18H10T); 2. КТМ.000.001.001 Корпус малый (Сталь 08X18H10T) по технологическому процессу сварки	Сварное оборудование, верстак
015 Дробеструйная	Дробеструйно обработать заготовку	Дробеструйная камера
020 Технический контроль	Произвести внешний осмотр заготовки, провести рентген сварных швов.	Плита контрольная
025 Нанесение сплава	Произвести наплавку детали КТМ.000.001.002 Корпус малый (Сталь 08X18H10T) по ОСТ5.9937-84	Сварное оборудование, верстак
030 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Выполнить черновую обработку наплавки в области 6	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ
035 Технический контроль	Осмотреть деталь, контролировать размеры после операции 30.	Плита контрольная
040 Технический контроль	Проверить качество наплавки методом капиллярной дефектоскопии класс чувствительности - II	Плита контрольная
045 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Выполнить чистовую обработку в области 6	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ
050 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Выполнить чистовую обработку в области 7	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ
055 Технический контроль	Контролировать размеры после операции 045, 050.	Плита контрольная
060 Горизонтально-расточная	Выполнить обработку в области 8	Горизонтально-расточной станок с ЧПУ
065 Слесарная	Зачистить заусенцы, острые кромки притупить.	Верстак, слесарные инструменты
070 Технический контроль	Контролировать размеры после операции 065.	Плита контрольная
075 Технический контроль	Проверить качество наплавки методом капиллярной дефектоскопии класс чувствительности - II	Плита контрольная
080 Токарно-фрезерная с ЧПУ	Выполнить чистовую обработку в области 9	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ
085 Слесарная	Зачистить заусенцы, острые кромки притупить.	Верстак, слесарные инструменты
090 Моечная	Промыть деталь	Моечная машина
095 Окончательный контроль	Контролировать выполнение технологических задач	Стол ОТК

Представленные выше МТП выстроены в порядке выполнения этапов обработки соответствующих деталей. Данные МТП служат базой для разработки структуры отдельных операций обработки, для подбора необходимого оборудования, технологической оснастки и измерительно инструмента, описанных в разделе 3.8.

3.8. Проектирование структуры операций обработки, подбор технологической оснастки, оборудования, средств измерения

3.8.1. Выбор технологического оборудования

При выборе технологического оборудования обычно ориентируются на следующие параметры:

- 1) Вид обработки (токарная, фрезерная и т.д.);
- 2) Возможность многосторонней обработки (количество управляемых осей);
- 3) Размеры рабочей зоны станка;
- 4) Вместительность инструментального магазина;
- 5) Наличие приводного инструмента;
- 6) Максимальное число оборотов шпинделя и мощность привода главного движения;
- 7) Возможность подвода СОЖ в зону обработки.

1. Подбор технологического оборудования для операции 025, деталь «Фланец» и операции 030 «Корпус малый».

В рамках данных операций происходит формирование черновых технологических баз (подрезка торцов, точение наружных цилиндрических поверхностей) для последующей обработки деталей. Для выполнения данной задачи целесообразно использование универсального оборудования в связи с повышенной нагрузкой на инструмент и станок и низким требованиям к точности.

На данных операциях будет использован универсальный токарно-винторезный станок 16К20, характеристики которого представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11

Характеристики универсального токарно-винторезного станка 16К20

Вид обработки	Токарная
Наибольший диаметр заготовки типа Вал, обрабатываемой над суппортом	∅220 мм
Расстояние между центрами	710, 1000, 1400, 2000 мм
Допустимая масса изделия, устанавливаемого в патроне	200 кг
Мощность привода главного движения	11 кВт
Максимальное число оборотов шпинделя	1600 об/мин

2. Подбор технологического оборудования для операции 030, деталь «Фланец»; операций 035, 040 «Корпус малый»; операций 030, 045, 050, 080, деталь «Корпус».

На данных операциях происходит обработка торцовых, внутренних и наружных цилиндрических поверхностей, выполнение фрезерной обработки лысок и сверление отверстий (операция 045, «Корпус»), нарезание наружной операция 050, «Корпус») и внутренней (операция 080, «Корпус») резьбы.

Требования к оборудованию на данных операциях сведены в таблицу 3.12.

Таблица 3.12

Требования к оборудованию на токарно-фрезерных операциях

Деталь, операция	Фл. 035	Корп. м. 035	Корп. м. 040	Корп. 030	Корп. 045	Корп. 050	Корп. 080
Вид обработки	Ток.	Ток., сверл.	Ток.		Ток., фрез., сверл.	Ток.	Сверл.
Кол-во упр. осей	2	3	2	2	4	3	3
Наименьшее значение допуска на размер, мм	0.052	0.16	0.52	0.25	0.062	0.033	0.18
Размеры заготовки, мм	∅127х106	∅150х196	∅147х194	∅280х194	∅280х193	∅280х192	∅280х192
Число инструментальных позиций	3	11	2	1	12	4	1
Области обработки	2	3	4	6	6	7	9

Для реализации данных задач целесообразно использовать токарно-фрезерный обрабатывающий центр СТХ beta 800 ТС, характеристики которого представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Характеристики токарно-фрезерного обрабатывающего центра СТХ beta 800 ТС

Виды обработки	Токарная, фрезерная, сверлильная
Кол-во управляемых осей	4 (X, Y, Z, B)
Точность позиционирования	0.006 мм
Повторяемость	0.002 мм
Диаметр 3-х кулачкового патрона	250/315 мм
Число инструментальных позиций	24
Число приводных инструментальных позиций	24
Крепление инструмента	Capto C6
Мощность привода главного движения	22 кВт
Максимальное число оборотов шпинделя	12000 об/мин
Максимальное число оборотов приводного инструмента	4000 об/мин
Наличие системы подачи СОЖ	имеется

3. Подбор технологического оборудования для операции 045 «Корпус малый»; операции 060, деталь «Корпус».

На данных операциях происходит выполнение обработки лыски и сверление отверстий (операция 045, «Корпус малый»), обработка торцовых, внутренних и наружных цилиндрических поверхностей (операция 060, «Корпус»).

Требования к оборудованию на данных операциях сведены в таблицу 3.14.

Таблица 3.14

Требования к оборудованию на горизонтально-расточных операциях

Деталь, операция	Корпус малый 045	Корпус 60
Вид обработки	Фрезерная, сверлильная	Токарно-расточная, сверлильная
Кол-во упр. осей	4	4
Наименьшее значение допуска на размер, мм	0.052	0.3
Размеры заготовки, мм	Ø147х 196	Ø280х 192
Число инструментальных позиций	5	5
Области обработки	5	8

Для реализации данных задач целесообразно использовать горизонтальный обрабатывающий центр Trevisan DS300/70C, характеристики которого представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15

Характеристики горизонтального обрабатывающий центр Trevisan DS300/70C

Вид обработки	Фрезерная, сверлильная, токарно-расточная
Число управляемых осей	4+ось U (для растачивания)
Точность позиционирования, мм	0.005
Повторяемость, мм	0.0025
Макс. перемещение по оси X, мм	700
Макс. перемещение по оси Y, мм	656
Макс. перемещение по оси Z, мм	700
Число инструментальных позиций	46
Мощность привода главного движения	22 кВт
Максимальное число оборотов шпинделя	4000 об/мин
Наличие системы подачи СОЖ	имеется

3. Подбор технологического оборудования для операции 010 деталь «Корпус малый».

На данной операции производится разрезание прутка Ø155 на заготовки длиной 198 ± 2 мм.

Для выполнения данной операции выбран отрезной круглопильный автомат 8Г663, характеристики которого представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16

Характеристики отрезного круглопильного автомата 8Г663

Вид обработки	Отрезная
Наибольший диаметр заготовки, мм	ø285
Длина отрезаемой заготовки, мм	20...1500
Допустимая масса изделия, устанавливаемого в патроне	200 кг
Мощность привода главного движения	7 кВт
Максимальное число оборотов шпинделя	17 об/мин

3.8.2. Выбор установочно-зажимных приспособлений

В данном разделе будет представлен выбор установочно-зажимных приспособлений для операции 060 для детали «Корпус», остальная информация из данного раздела помещена в приложение 4.

Операция 060. Горизонтально-расточная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

- 1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 145H14$, являющаяся технологической установочной явной базой (лишает заготовку трех степеней свободы);
- 2) Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 50H9$, являющаяся технологической двойной опорной явной базой (лишает заготовку двух степеней свободы).
- 3) Образующая внутренней цилиндрической поверхности отверстия $\varnothing 17.7H10$, являющаяся технологической опорной явной базой (лишает заготовку одной степени свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование специального приспособления, состоящего из центровика $\varnothing 50g6$ и срезанного пальца, служащего для установки обрабатываемой заготовки на паллете. Для закрепления заготовки используют гусак Trevisan.

3.8.3. Выбор режущего, вспомогательного инструмента, режимов обработки и средств метрологического обеспечения

В данном разделе будет представлен выбор инструмента, режимов обработки и средств метрологического обеспечения для операции 060 для детали «Корпус», остальная информация из данного раздела помещена в приложение 5.

Операция 60. Горизонтально-расточная с ЧПУ (область обработки 8).

8. Область обработки 8 – обработка деталей «Фланец» в составе сборки «Корпус».

- 1) 1–открытая зона, точение торца с выдерживанием размера 136 ± 0.5 , точение комплекса наружных поверхностей с выдерживанием размеров $\varnothing 125_{(-1)}$, $\varnothing 65_{(-0.76)}$, $\varnothing 55b12_{(-0.49)}^{0.19}$ и $30_{(-0.52)}$, $22_{(-0.52)}$, $11_{(-0.43)}$;

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max P для точения DCLNR 2525M 19; Режущая пластина T-Max P для точения CNMG 19 06 24-MR 2220; Переходник C6-ASHR-122-25HP;

Режимы резания: а) Черновой проход: $v=165$ м/мин; $s=0.26$ мм/об; $t=2$ мм;

б) Чистовой проход: $v=215$ м/мин; $s=0.2$ мм/об; $t=1$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=3.3$ кВт.

2) 2–полуоткрытая зона, растачивание отверстия с выдерживанием размеров $\varnothing 34^{(+0.62)}$ и $\varnothing 32_{(-0.62)}$, $10^\circ \pm 1^\circ$.

а) Растачивание отверстия:

Режущий и вспомогательный инструмент: Твердосплавная расточная оправка CoroTurn 107 E16R-SCLCR 09-R; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CCMT 09 T3 12-MR 2220; Переходник C6-391.32-16112

Режимы резания: $v=185$ м/мин; $s=0.3$ мм/об; $t=1.5$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=3.1$ кВт.

б) Точение фаски $10^\circ \pm 1^\circ$:

Режущий и вспомогательный инструмент: Расточная оправка CoroTurn 107 для точения A16R-SCLCR 09-R; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CCMT 09 T3 12-MR 2220; Переходник C6-391.32-16 112.

Режимы резания: $v=180$ м/мин; $s=0.3$ мм/об; $t=1$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.35$ кВт.

3) 3–закрытая зона, сверление с предварительным подготовкой площадкой фрезерованием 4-ех отверстий $\varnothing 18^{(+0.43)}$ с выдерживанием размера 90 ± 0.3 .

а) Подготовка площадок:

Режущий и вспомогательный инструмент: Фреза CoroMill RA390-016EN17-11M; Режущая пластина для фрезы CoroMill R390-11 T3 08M-MM S30T; Переходник C6-A391.EN-20 049.

Режимы резания: $v=200$ м/мин; $s=0.3$ мм/об; $t=2$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=2.35$ кВт.

б) Сверление отверстий:

Режущий и вспомогательный инструмент: Сверло со сменными пластинами CoroDrill 880-D1800L25-02; Режущая пластина для сверла CoroDrill 880-03 03 W06H-P-MS 2044; Режущая пластина для сверла CoroDrill 880-03 03 05H-C-LM 1144;

Режимы резания: $v=175$ м/мин; $s=0.12$ мм/об; $t=9$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=2.43$ кВт.

Средства метрологического обеспечения:

- 1) ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;
- 2) ШГ-160-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90;
- 3) 8113-0273 Калибр-скоба $\Phi 55b12$ ГОСТ 16776-93;
- 4) Угломер типа 1 - 2 ГОСТ 5378-88.

3.9. Разработка управляющей программы

Разработка управляющей программы производилась для операции 050 обработки детали «Корпус» (горизонтально-расточная с ЧПУ) в системе Siemens для стойки FANUC 21. Текст программы обработки представлен в приложении 6.

3.10. Разработка комплекта документации на спроектированные операции

Разработка комплекта документации производилась для обработки деталей «Корпус малый», «Фланец» и «Корпус». Комплект документации представлен в приложениях 7-9.

3.11. Выводы по результатам проектирования технологического процесса

В рамках данного раздела магистерской диссертации было сделано:

1. Был проведен анализ чертежа детали, были сформулированы основные технологические задачи, обеспечение которых предстояло гарантировать в ходе проектирования технологического процесса, была оценена технологичность детали с точки зрения выполнения обработки на станках с ЧПУ;

2. Были определены объем выпуска (250 шт.), объем партии запуска (12 шт.) и такт выпуска (14.22 ч), были спроектированы чертежи заготовок;

3. Была разработана маршрутная технология производства детали «Корпус», для спроектированного маршрута был осуществлен выбор комплектов технологических баз, станочного оборудования, УЗП, режущего, вспомогательного инструмента, а также средства метрологического обеспечения.

4. Были разработаны комплекты документации для деталей «Фланец», «Корпус малый» и «Корпус» (маршрутные карты, операционные карты, карты эскизов, контрольная карта, карта наладки для операции 050 Токарно-фрезерная с ЧПУ).

5. Была разработана программа обработки для заготовки детали «Корпус» в рамках операции 050 Токарно-фрезерная с ЧПУ.

Раздел 4. Конструкторская часть

4.1. Исходные данные

В рамках данного раздела рассмотрено проектирование приспособления для обработки детали «Корпус» на операции 060 (горизонтально-расточная).

Исходные данные для проектирования:

- 1) Обработка ведется в области 8;
- 2) Значение качества наиболее точной поверхности – 12, задан для поверхности $\varnothing 55b12(-0.19_{-0.49})$.
- 3) Наибольшее значение требуемой мощности на операции составляет 3.3 кВт (черновое точение комплекса наружных поверхностей).
- 4) Для обработки используется горизонтальный обрабатывающий центр Trevisan DS300/70C.
- 5) Комплект технологических баз:
 - а) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 145H14$, являющаяся технологической установочной явной базой (лишает заготовку трех степеней свободы);
 - б) Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 50H9$, являющаяся технологической двойной опорной явной базой (лишает заготовку двух степеней свободы).

в) Образующая внутренней цилиндрической поверхности отверстия $\varnothing 17.7H10$, являющаяся технологической опорной явной базой (лишает заготовку одной степени свободы).

Для выполнения базирования по описанной схеме необходимо разработать специальное приспособление, так как стандартизированные приспособления не позволяют реализовать опорную базу по повороту, либо не соответствуют по требуемым размерам.

4.2. Определение сил резания

Произведем расчет сил резания для наиболее нагруженных переходов. Такими переходами являются:

- 1) Наружное черновое точение комплекса поверхностей $\varnothing 125_{(-1)}$, $\varnothing 65_{(-0.76)}$, $\varnothing 55b12_{(-0.19/-0.49)}$ и $30_{(-0.52)}$, $22_{(-0.52)}$, $11_{(-0.43)}$;
- 2) Растачивание отверстия $\varnothing 34^{(+0.62)}$.

Расчет будет вестись по формулам и справочным таблицам из [11].

Для определения силы резания при точении используется формула (4.1):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (4.1)$$

где C_p и x, y, n – эмпирические коэффициент и показатели степени для различных режимов обработки;

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

Выбранные значения коэффициентов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Определенные значения коэффициентов

Переход	C_p	x	y	n	K_p
Наружное точение	204	1	0.75	0	0.77
Растачивание	204	1	0.75	0	0.68

Подставив требуемые значения в (4.1), получаем следующие значения силы P_z сил для переходов наружного точения (н.т.) и растачивания (раст.):

$$P_{z(\text{н.т.})} = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0.26^{0.75} \cdot 165^1 \cdot 0.77 = 1084.4 \text{ Н}$$

$$P_{z(\text{раст.})} = 10 \cdot 204 \cdot 1.5^1 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 185^1 \cdot 0.68 = 905.5 \text{ Н}$$

Из проведенных расчетов очевидно, что более нагруженным переходом является наружное черновое точение комплекса поверхностей $\emptyset 125_{(-1)}$, $\emptyset 65_{(-0.76)}$, $\emptyset 55b12_{(-0.49)}$ и $30_{(-0.52)}$, $22_{(-0.52)}$, $11_{(-0.43)}$.

Определим силы P_x и P_y по формулам (4.2) и (4.3):

$$P_x = 0.25P_z = 0.25 \cdot 1084.4 = 271.1 \text{ Н} \quad (4.2)$$

$$P_y = 0.35P_z = 0.35 \cdot 1084.4 = 379.54 \text{ Н} \quad (4.3)$$

Рассчитаем допустимую погрешность установки по формуле (4.4):

$$[\varepsilon_{y_{060}}] = (0.25 \dots 0.35)IT, \quad (4.4)$$

где IT – значение интервала допуска наиболее точного налаживаемого размера в определенном направлении.

Наиболее точными являются размеры $\emptyset 55b12_{(-0.49)}$ (допуск 0.3 мм), размер $11_{(-0.43)}$ (допуск 0.43 мм).

Подставив данные значения в формулу (4.4), получаем:

$$[\varepsilon_1] = [\varepsilon_2] = 0.35 \cdot 0.3 = 0.105 \text{ мм} = 105 \text{ мкм},$$

$$[\varepsilon_3] = 0.35 \cdot 0.43 = 0.150 = 150 \text{ мкм}.$$

4.3. Выбор установочных элементов

В качестве установочных элементов выбраны цилиндрический палец $\emptyset 50g6$, в который устанавливается деталь для базирования по внутренней цилиндрической поверхности, а также срезанный палец $\emptyset 17.7$, используемый для предотвращения вращения.

Расчет срезанного пальца проведем по формуле (4.5), [10].

$$S_{1min} + \sqrt{d_{omin}^2 - d_{пmax}^2 + b^2} - b \leq \delta_o + \delta_{п}, \quad (4.5)$$

где S_{1min} – минимальный зазор в посадке цилиндрического пальца и отверстия детали, 9 мкм;

d_{0min} – минимальный диаметр отверстия под срезанный палец, 17.7 мм;

b – ширина ленточки срезанного пальца, 4 мм;

δ_0 – допуск на отверстие под срезанный палец, 70 мкм;

$\delta_{п}$ – допуск на изготовление пальца, 9 мкм.

Подставив данные значение в формулу (4.5), получим:

$$d_{пmax} \leq 17.694 \text{ мм}$$

Назначим диаметр срезанного пальца равным: $\emptyset 17g6_{-0.017}^{-0.006}$ мм.

4.4. Расчет силы зажима, проверка надежности установочных элементов

Чтобы рассчитать требуемую силу зажима и произвести расчет надежности установочных, необходимо рассмотреть влияние сил резания на заготовку в различных плоскостях.

С целью определения силы зажима W нужно рассмотреть решение 6 уравнений статического равновесия в трех проекциях:

$$\begin{aligned} \sum P_x = 0, & \quad \sum P_y = 0, & \quad \sum P_z = 0, \\ \sum M_x = 0, & \quad \sum M_y = 0, & \quad \sum M_z = 0, \end{aligned}$$

где $\sum P_i$ – сумма проекций векторов всех сил на заданную ось;

$\sum M_i$ – сумма всех моментов сил относительно заданной оси.

Схемы приложения сил резания для двух случаев представлены на рис.4.1. и рис.4.2.

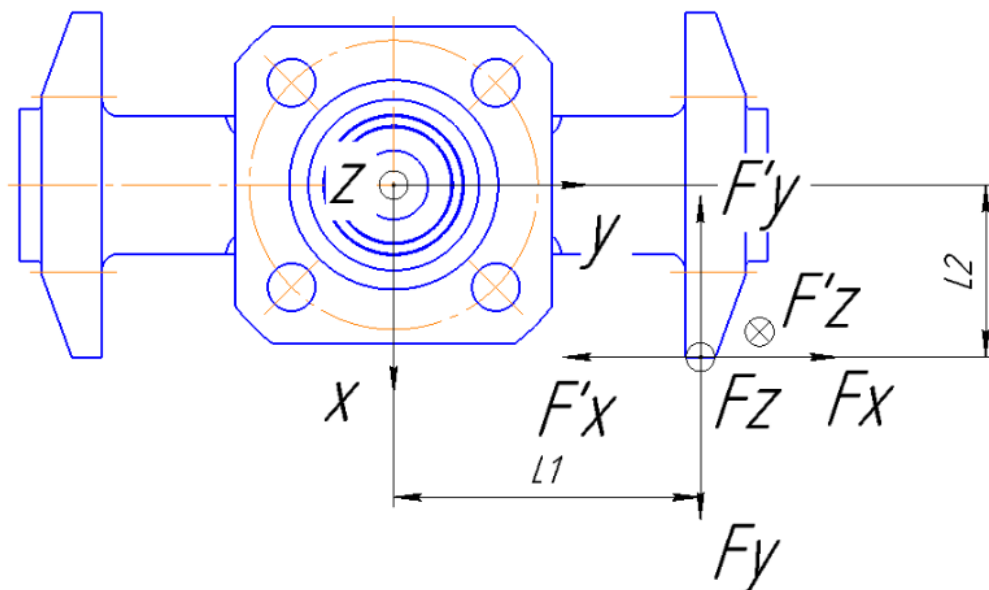


Рис.4.1. Первый случай приложения сил резания

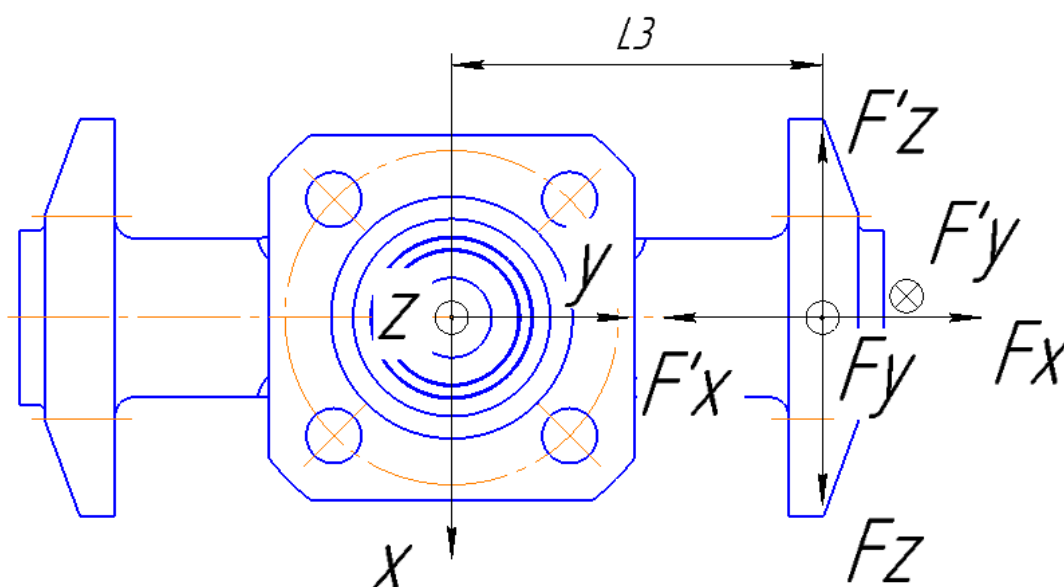


Рис.4.2 Второй случай приложения сил резания

$$1. \sum P_x = 0.$$

Расчет данного уравнения ведется для второго случая (см. рис.4.2), так как по оси x действует большая составляющая сил резания F_z (реакция F'_z).

Сила F'_z в данном случае стремится сместить заготовку в направлении оси x . В качестве противодействия данной силе реакция $R_1 = F'_z$ в цилиндрическом пальце. Произведем проверку цилиндрического пальца на срез под действием данной силы по формуле (4.6).

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{ср}}}{S_{\text{сеч}}} \leq [\tau_{\text{ср}}], \quad (4.6)$$

где $\tau_{\text{ср}}$ – расчетное напряжение среза, МПа;

$F_{\text{ср}}$ – поперечная сила, работающая на срез, Н;

$S_{\text{сеч}}$ – площадь опасного сечения, мм²;

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допустимое напряжение на срез, МПа.

Для стали 40х допустимое напряжение на срез составляет $[\tau] = 160$ МПа.

Подставим необходимые данные в (4.6):

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{ср}}}{S_{\text{сеч}}} = \frac{1084.4 \cdot 4}{\pi \cdot 50^2} = 0.55 \leq 160 \text{ МПа}$$

Расчет показывает, что проверка на срез для данного случая пройдена.

$$2. \sum F_y = 0$$

Расчет данного уравнения в обоих случаях одинаков (см. рис.4.2), так как по оси x действует только составляющая сил резания F_x (реакция F'_x).

Сила F'_x в данном случае стремится сместить заготовку в направлении оси y . В качестве противодействия данной силе реакция $R_2 = F'_z$ в цилиндрическом пальце. Произведем проверку цилиндрического пальца на срез под действием данной силы по формуле (4.6):

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{ср}}}{S_{\text{сеч}}} = \frac{271.1 \cdot 4}{\pi \cdot 50^2} = 0.138 \leq 160 \text{ МПа}$$

Расчет показывает, что проверка на срез для данного случая пройдена.

$$3. \sum F_z = 0$$

Расчет данного уравнения ведется для первого случая (см. рис.4.1), так как по оси z действует большая составляющая сил резания F_z (реакция F'_z).

Уравнение баланса (4.7) для рассматриваемого случая выглядеть следующим образом:

$$kF'_z - W = 0, \quad (4.7)$$

где k – коэффициент запаса.

Коэффициент запаса определяется по формуле (4.8) [10]:

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6, \quad (4.8)$$

где $k_0 = 1.5$ – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1.2$ – коэффициент, учитывающий неровности на черновых заготовках;

$k_2 = 1.4$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при износе инструмента;

$k_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4 = 1$ – коэффициент, учитывающий непостоянство силы зажима;

$k_5 = 1$ – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах;

$k_6 = 1$ – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контакта базовой поверхности с установочными элементами.

Подставив данные значения в (4.8), имеем:

$$k = 1.5 \cdot 1.2 \cdot 1.4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2.52.$$

Подставив данные в (4.7), получаем:

$$2.52 \cdot 1084.4 - W = 0,$$

$$W = 2732.688 \text{ Н}$$

$$4. \sum M_x = 0$$

Расчет данного уравнения ведется для первого случая (см. рис.4.1), так как момент относительно оси x создает большая составляющая сил резания F_z (реакция F'_z).

В качестве противодействия данному моменту выступает момент зажима приспособления, создаваемый силой зажима W , приложенной к поверхности Ø40d11 (плечо приложения принимаем равным $l_4 = 35$ мм).

Уравнение баланса (4.9) будет выглядеть следующим образом:

$$kF'_z l_1 - W l_4 = 0, \quad (4.9)$$

где $l_1 = 110$ мм;

$$l_4 = 35 \text{ мм.}$$

Подставив данные в (4.9), получим:

$$2.52 \cdot 1084.4 \cdot 110 - W \cdot 35 = 0$$

$$W = 7668.257 \text{ Н}$$

$$5. \sum M_y = 0$$

Расчет данного уравнения ведется для первого случая (см. рис.4.1), так как момент относительно оси y создает большая составляющая сил резания F_z (реакция F'_z).

В качестве противодействия данному моменту выступает момент зажима приспособления, создаваемый силой зажима W , приложенной к поверхности $\text{Ø}40\text{d}11$ (плечо приложения принимаем равным $l_4 = 35$ мм).

Уравнение баланса (4.10) будет выглядеть следующим образом:

$$kF'_z l_2 - W l_4 = 0, \quad (4.10)$$

где $l_2 = 63$ мм;

$$l_4 = 35 \text{ мм.}$$

Подставив данные в (4.10), получим:

$$2.52 \cdot 1084.4 \cdot 63 - W \cdot 35 = 0$$

$$W = 4918.838 \text{ Н}$$

$$6. \sum M_z = 0$$

Расчет данного уравнения ведется для второго случая (см. рис.4.2), так как момент относительно оси z создает большая составляющая сил резания F_z (реакция F'_z).

В качестве противодействия данной силе выступает момент реакции в срезанном пальце.

Определим силу R_2 , работающую на срез в цилиндрическом пальце по формуле (4.11):

$$R_2 l_5 = F'_z l_3, \quad (4.11)$$

где $l_3 = 128$ мм;

$$l_5 = 52.5 \text{ мм.}$$

Подставив данные в (4.11), получаем:

$$R_2 \cdot 52.5 = 1084.4 \cdot 128$$

$$R_2 = 2643.87 \text{ Н}$$

Произведем проверку срезанного пальца на срез под действием силы R_2 по формуле (4.6).

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{ср}}}{S_{\text{сеч}}} = \frac{2643.87 \cdot 4}{\pi \cdot 16.8^2} = 11.9 \leq 160 \text{ МПа}$$

Расчет показывает, что проверка на срез для данного случая пройдена.

Наибольшая требуемая сила зажима из представленных выше расчетов:

$$W = 7668.257 \text{ Н.}$$

4.5. Расчет погрешности установка

Погрешность установки ε определяется по формуле (4.12) [10]:

$$\varepsilon_{y_{060}} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\Pi}^2}, \quad (4.12)$$

где ε_6 – погрешность схемы базирования, мкм;

ε_3 – погрешность закрепления, мкм;

ε_{Π} – погрешность положения, мкм.

Рассчитаем погрешность базирования на цилиндрический и срезанный палец. Для данной схемы установки характерны два вида погрешности базирования:

1) Погрешность, вызванная смещением заготовки на пальцах в одну сторону, равная в данном случае максимальному зазору, который может возникнуть в посадке $\text{Ø}50 \text{ Н}9/\text{г}6$, по которой деталь устанавливается в стакан, т.е. $\varepsilon_6 = 87 \text{ мкм}$.

2) Погрешность размера, вызванная поворотом заготовки на пальцах, расчет которой приведен ниже.

На рис.4.3 представлена расчетная схема для определения значения ε_6 .

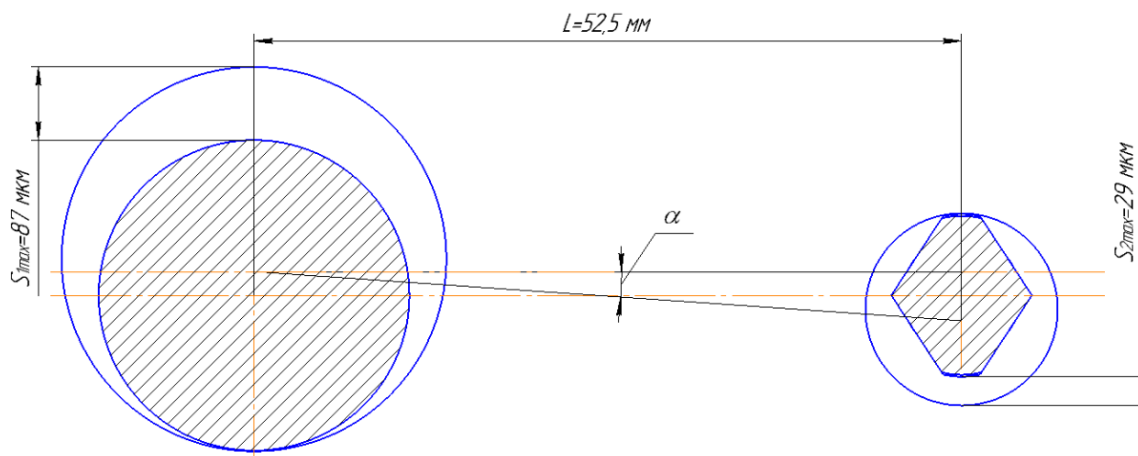


Рис.4.3. Расчетная схема

Произведем расчет погрешности:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S1_{max} + S2_{max}}{2 \cdot L} = \frac{87 + 29}{2 \cdot 52.5 \cdot 10^3} = 0.001 \rightarrow \alpha = 0.06^\circ$$

$$\varepsilon_{\zeta} = \operatorname{tg} \alpha \cdot L = 0.001 \cdot 52.5 = 53 \text{ мкм}$$

Так как рассмотренные случаи являются несовместимыми, для дальнейших расчетов следует использовать большее из найденных значений погрешности.

Принимаем:

$$\varepsilon_{\zeta 1} = \varepsilon_{\zeta 2} = 87 \text{ мкм}$$

Погрешность закрепления ε_3 – погрешность закрепления – разность между наибольшей и наименьшей величинами проекций смещения измерительной базы на направление выполняемого размера в результате приложения к заготовке силы закрепления [17].

В данном случае $\varepsilon_3=0$, т.к. сила зажима перпендикулярна направлению измеряемого размера.

ε_{Π} – погрешность положения, определяется по формуле (4.13) [10]:

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{\varepsilon_{y_3}^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{с}}^2}, \quad (4.13)$$

где ε_{y_3} – погрешность изготовления и сборки установочного элемента;

$\varepsilon_{\text{и}}$ – погрешность, связанная с износом установочных элементов;

$\varepsilon_{\text{с}}$ – погрешность установки и фиксации приспособления на станке.

Допуск на изготовление и установку срезанного пальца принят равным 15 мкм по ГОСТ 17775-72.

$$\varepsilon_{y\alpha} = 15 \text{ мкм}$$

Для расчета погрешности, связанной с износом, воспользуемся формулой (4.14) [3]:

$$\varepsilon_{и} = \beta \cdot \sqrt{N}, \quad (4.14)$$

где N – количество контактов (установок) заготовки с одной той же опорой (в данном случае принимает $N = 10000$); β – постоянная, зависящая от вида опор и условий контакта (в данном случае для установочных пальцев $\beta = 0.1$).

Подставим данные в формулу (4.14):

$$\varepsilon_{и} = 0.1 \cdot \sqrt{10000} = 10 \text{ мкм}$$

Погрешность установки и фиксации приспособления на станке возникает в результате перемещений и перекосов корпуса приспособления на столе станка. В мелкосерийном производстве с многократной периодической сменой приспособлений данная величина становится некомпенсируемой случайной величиной. В соответствии с [10], принимаем:

$$\varepsilon_{с} = 15 \text{ мкм}$$

Подставив определенные величины в формулу (4.13), получим следующие величины погрешностей положения:

$$\varepsilon_{п} = \sqrt{15^2 + 10^2 + 15^2} = 23.45 \text{ мкм},$$

Подставив данные в (4.12), получим следующие значения погрешностей установки:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \sqrt{87^2 + 0^2 + 23.45^2} = 90.10 \text{ мкм},$$

Сравним полученные значения с допускаемыми:

$$\varepsilon_1 = 90.10 < [\varepsilon_1] = 105 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_2 = 90.10 < [\varepsilon_2] = 105 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_3 = 90.10 < [\varepsilon_3] = 150 \text{ мкм}.$$

Проверка по точности приспособления пройдена.

4.6. Подбор зажимного приспособления

В проектируемом приспособлении сила зажима W , требуемые значения которой рассчитанная в пункте 4.4, прилагается к торцовой поверхности детали «Корпус», ограниченной цилиндрическими поверхностями $\varnothing 40d11$ и $\varnothing 30H11$ по оси z .

В качестве зажимного приспособления будет использован гусак, проектируемый фирмой-производителем станка и поставляемый вместе с ним.

На рис.4.4 представлена модель данного гусака. Информация о его рабочих параметрах сведена в таблицу 4.2.

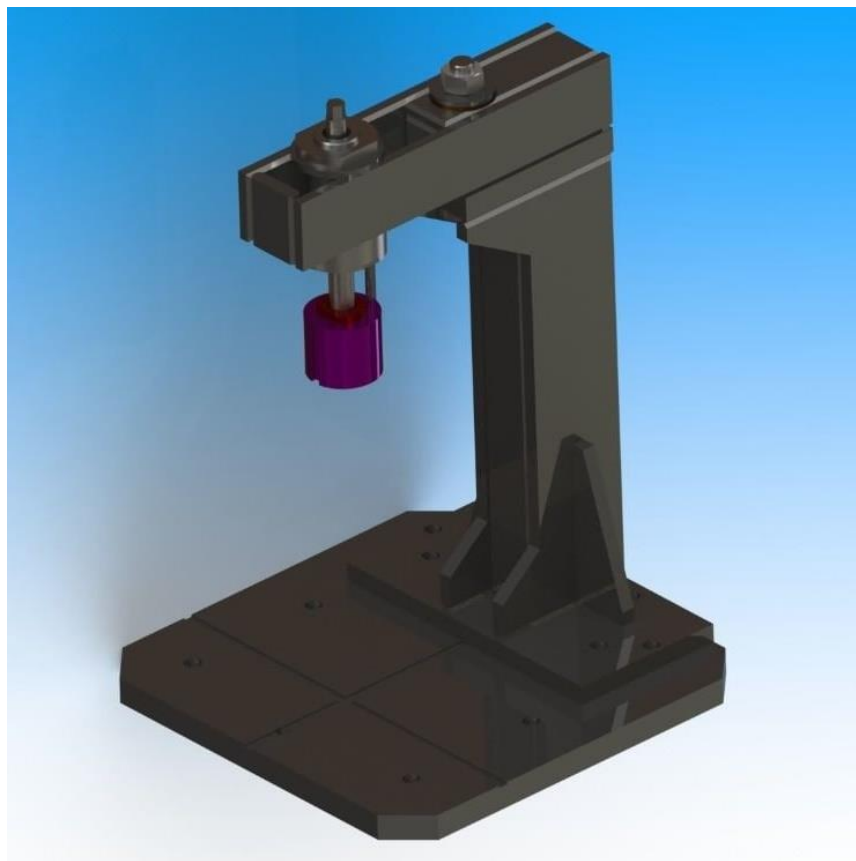


Рис.4.4. Модель используемого гусака

Таблица 4.2

Характеристики используемого гусака

Параметр гусака	Габариты, мм	Ответные детали	Высота зажима, мм	Сила зажима, Н
Значение параметра	740x550x340	Паллета DS300/70C 600x600 мм	300...500	до 8500 Н

Данный гусак обеспечивает усилие зажима $W = 8500$ Н, что превышает максимальное требуемое значение (7668.257 Н).

Габариты гусака, наличие стандартных присоединительных поверхностей и его высота зажима позволяют разместить приспособление в сборе непосредственно на паллете станка.

4.7. Чертежи приспособления

Сборочный чертеж приспособления, а также его оставляющих представлены в приложении 10.

Чертежи вспомогательных деталей «Шпонка» и «Прижим» представлены в приложении 11.

4.8. Выводы по результатам проектирования

В рамках данного раздела магистерской диссертации было сделано:

1. Определен наиболее нагруженный переход в рамках операции 060 Горизонтально-расточная с ЧПУ, для данного перехода (наружное черновое точение) были рассчитаны составляющие силы резания;
2. На основании расчета уравнений статического равновесия была определена требуемая сила зажима приспособления $W = 7668.257$ Н;
3. Был произведен проверочный расчет приспособления на точность установка;
4. На основании требуемой силы зажима было подобрано подходящее зажимное приспособление (гусак Trevisan);
5. Был спроектирован комплект конструкторской документации на приспособление и его составляющие.

Заключение

В ходе работы были проведены исследования влияния режимов резания при обработке стеллитовой наплавки на напряжение и температуру в наплавке, шероховатость поверхности наплавки после обработки, для чего была разработана и описана методика вычислительного эксперимента, направленного на выявление описанных зависимостей. Эксперимент проведен с помощью программного комплекса Deform-3D. Были выявлены и сформулированы в виде уравнений зависимости между изучаемыми характеристиками процесса резания и его режимами, а также разработаны рекомендации для обработки стеллитовой наплавки детали «Корпус», подобран необходимый инструмент.

В технологической части работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус» с использованием данных рекомендаций.

Для операции 060 Горизонтально-расточная с ЧПУ обработки детали «Корпус» спроектировано нестандартное УЗП.

Список использованных источников

1. KLEIBER Infrared. Emissivity Table. [Электронный ресурс]. <https://www.kleiberinfrared.com/index.php/en/applications/emissivity.html> (Дата обращения 01.03.2019).
2. Matweb.com Material property data. [Электронный ресурс] <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=bcefe3581fad480fa0c0c33f12ca76cc&ckck=1> (Дата обращения 17.04.2018)
3. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. 4-е изд., исправл. и доп. – Л.: Машиностроение, 1975. – 655 с.
4. Арматура и контрольно-измерительные приборы. [Электронный ресурс]. <https://helpiks.org/8-7200.html> (Дата обращения 05.12.2018).

5. Арматэк. Материалы для изготовления трубопроводной арматуры. [Электронный ресурс]. http://armatek.ru/about/truboprovodnaya_armatura/materialy (Дата обращения 01.02.2019).

6. Введение в математические основы САПР [Электронный ресурс]: курс лекций / Ушаков Д.М. - М. : ДМК Пресс, 2011.

7. Гемпел К.А. Справочник по редким металлам [Текст]. Пер. с англ. - М.: Мир, 1965. - 946 с., ил.

8. ГОСТ 12.2.063-2015. Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности [Текст]. введ. 01.04.2016, Москва: Стандартиформ-2015.-28с.

9. ГОСТ 24856-2014. Арматура трубопроводная. Термины и определения [Текст]. введ. 01.04.2014, Москва: Стандартиформ-2015.-72с.

10. Жуков, Эдуард Леонидович. Проектирование установочно-зажимных приспособлений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э. Л. Жуков, И. И. Козарь, С. А. Любомудров; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. — Электрон. текстовые дан. (1 файл : 9,27 Мб). — Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (Санкт-Петербург, 2018).

11. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. (ред.) Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. 4-е изд., -М.: Машиностроение, -1986. - 496с, ил.

12. Переплётчиков Е.Ф. Механизированная наплавка кобальтовых сплавов в арматуростроении [Текст] / Е.Ф. Переплётчиков// Технологии обработки поверхности. – 201. - № 15. – С. 64-67.

13. Подлесный Н.И., Рубанов В.Г. Элементы систем автоматического управления и контроля. Учебник.— 3-е изд., перераб. и доп.— К: Выща шк., 1991.— 461 с.: ил.

14. Режущие инструменты от Sandvik Coromant. Токарные инструменты. [Электронный ресурс]. http://www.sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/catalogues/ruru/turning/turn_a.pdf (Дата обращения 10.02.2019).

15. Резание материалов. Режущий инструмент в 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / С. Н. Григорьев [и др.] ; под общей редакцией Н.

А. Чемборисова. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 263 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00115-0. — [Текст]: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/420912> (дата обращения: 13.03.2019).

16. Чайников К.Н.. Общее устройство судов [Текст]. Л.: Судостроение, 1971. -69 с.

17. Чудаков Е.А. Машиностроение. Раздел 2. Том 4 [Текст] - Москва, 1947. - 425 с. : ил.

18. Шифрин, Абрам Шмерович. Обработка резанием коррозионностойких, жаропрочных и титановых сталей и сплавов [Текст] / А. Ш. Шифрин, Л. М. Резницкий ; Под ред. канд. техн. наук Л. М. Резницкого. - Москва ; Ленинград : Машиностроение. [Ленингр. отд-ние], 1964. - 447 с. : ил.; 21 см.

Приложение 1. Конструкторская документация на деталь «Корпус»

KT11000001001 C5

√ Ra 12,5

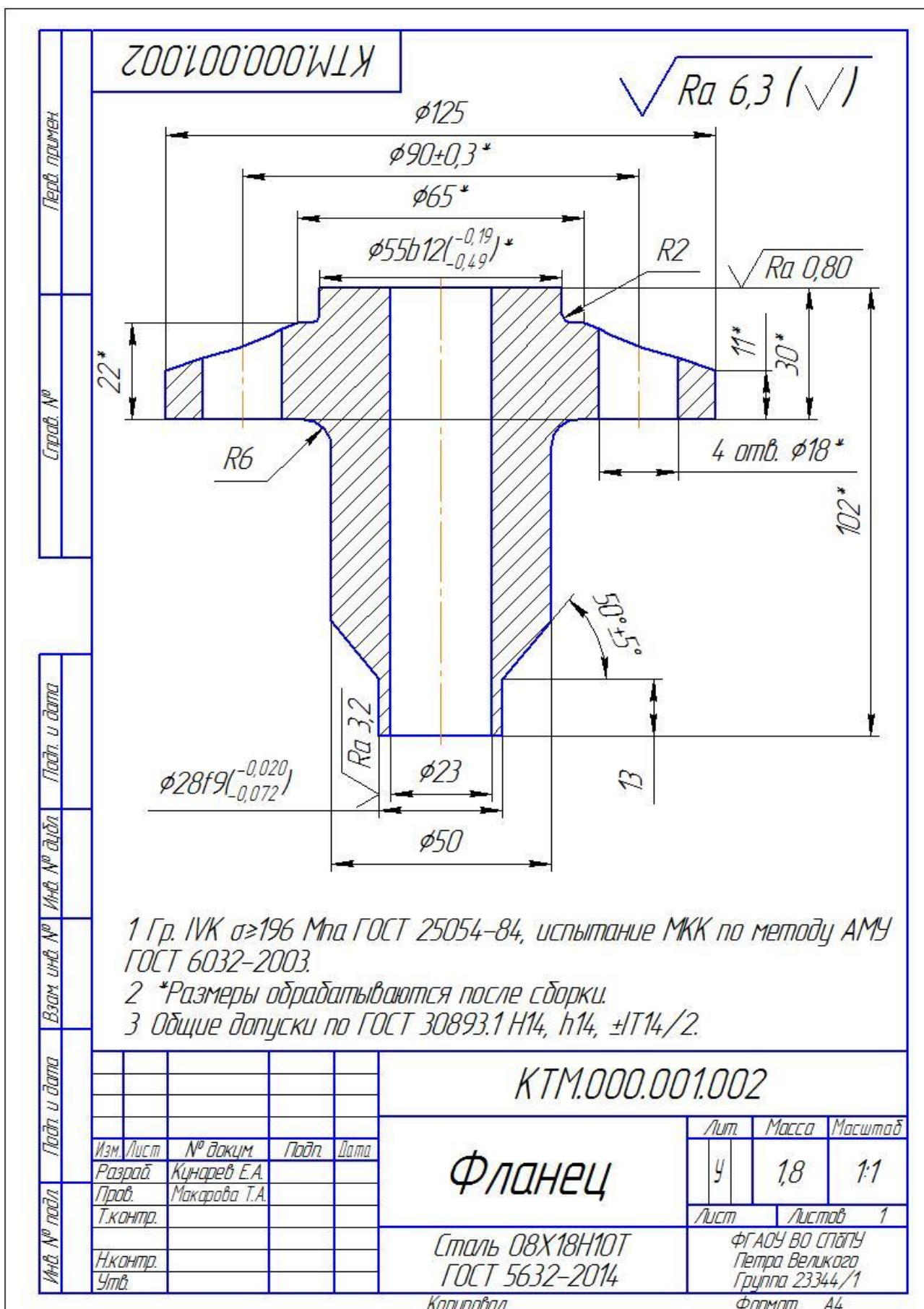
1 Изг. 2 (р.и.в.±20 мкм/мм²; 0,15/0,25-0,4- испытание на ММА по методу АНУ ГОСТ 6032-2003.
 2 Проверка для сборки.
 3 Проверка по ГОСТ 200937/ММ, ММ, М/М/2.
 4 Проверка по ГОСТ 200937/ММ, ММ, М/М/2.
 5 Проверка по ГОСТ 200937/ММ, ММ, М/М/2.
 6 Проверка по ГОСТ 200937/ММ, ММ, М/М/2.
 7 Проверка по ГОСТ 200937/ММ, ММ, М/М/2.
 8 Испытание на прочность и плотность материала гидравлическим давлением (р=40 кгс/см²).

№ п/п	№ докум.	Изм.	Дата	Внесено	Проверено	Содержание
1	KT11000001001 C5	1	01.02.2014	И.И.И.	В.В.В.	Исходный
2		2	01.02.2014	И.И.И.	В.В.В.	Исправление

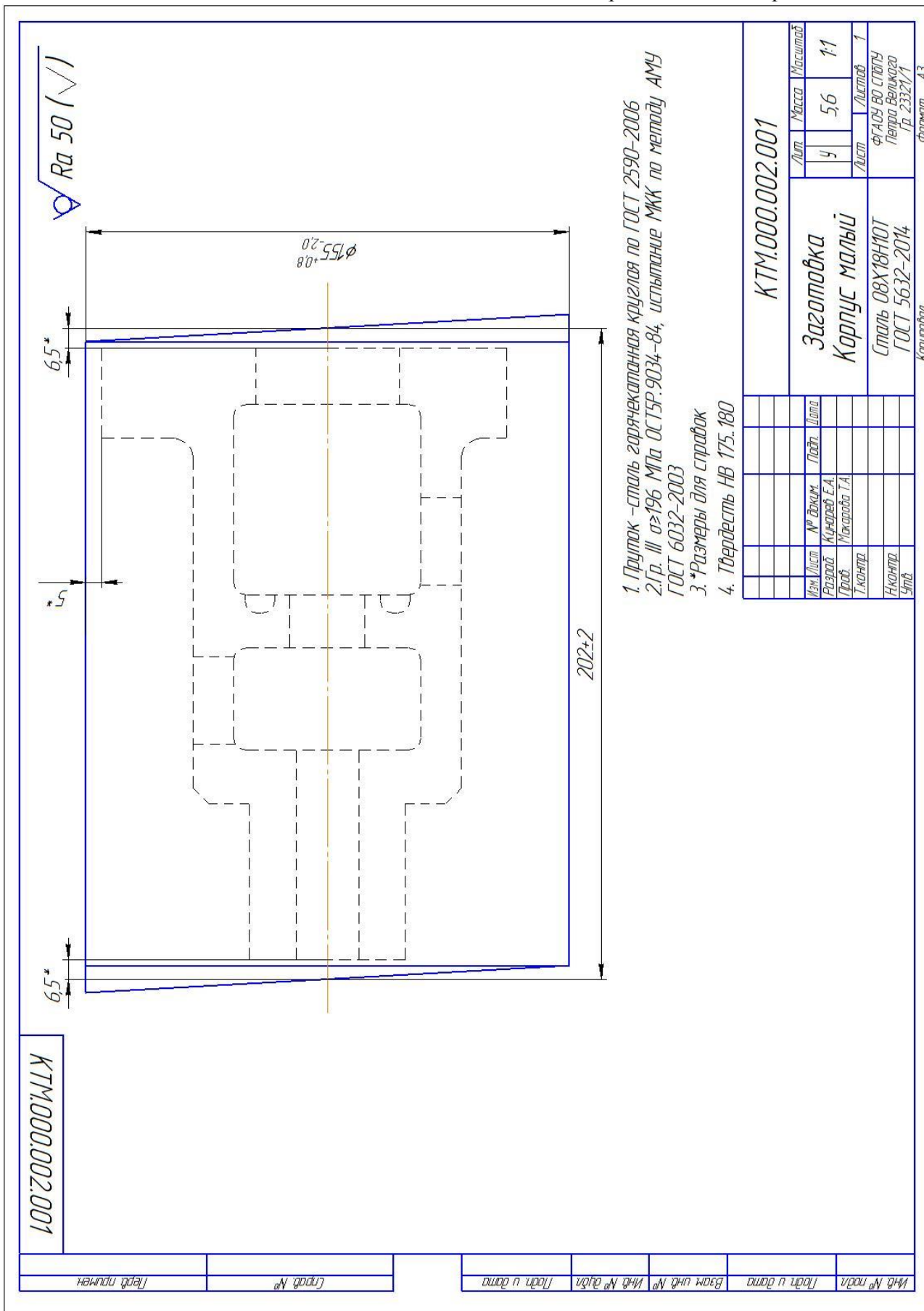
KT11000001001 C5	
Корпус	Сталь 08Х18Н10Т
Лист 1	Из 1
01.02.2014	01.02.2014
И.И.И.	В.В.В.
И.И.И.	В.В.В.

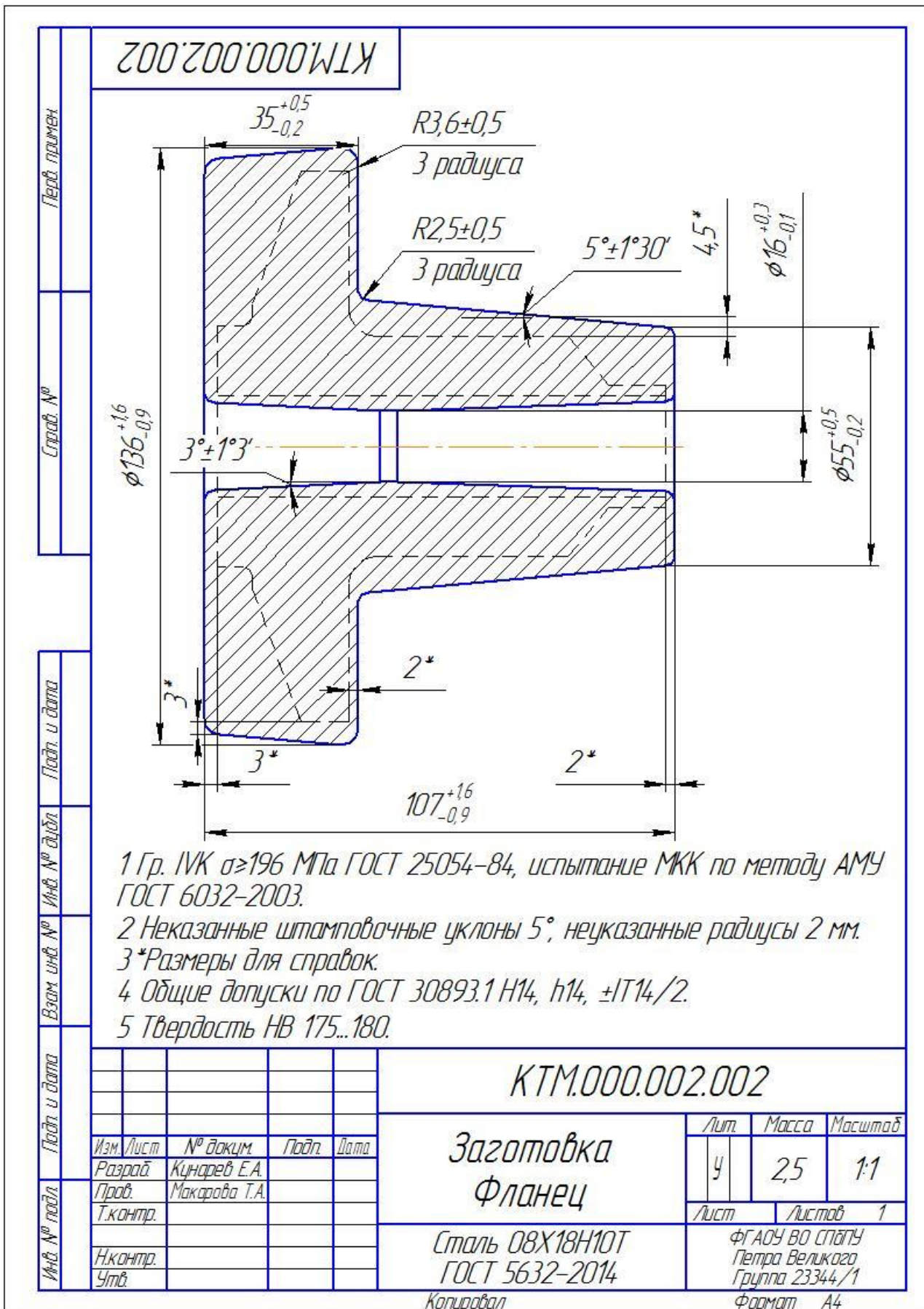
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			КТМ.000.001.001 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A4	1		КТМ.000.001.002	Фланец	2	
	2		КТМ.000.001.001	Корпус 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-2014	1	2.55 кг
<i>Материалы</i>						
	2			Наплавка ЦН-2 ГОСТ 10051-75		0.05 кг
КТМ.000.001.001 СБ						
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.
Разраб.		Кунарев Е.А.				
Проб.		Макарова Т.А.				
Н.контр.						
Утв.						
Корпус				Лит.	Лист	Листов
				У		1
				ФГАОУ ВО СПбПУ Петра Великого Группа 23344/1 Формат А4		

Копировал



Приложение 3. Чертежи заготовок





1 Гр. IVK $\sigma \geq 196$ МПа ГОСТ 25054-84, испытание МКК по методу АМУ ГОСТ 6032-2003.

2 Неказанные штамповочные уклоны 5° ; неказанные радиусы 2 мм.

3* Размеры для справок.

4 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н14, h14, $\pm IT14/2$.

5 Твердость НВ 175...180.

И-в. № подл.				КТМ.000.002.002			
Изм./Лист				Заготовка			
Разраб.				Фланец			
Проб.				Лит.			
Т.контр.				Масса			
И.контр.				Масштаб			
Утв.				1			
				Сталь 08Х18Н10Т			
				ГОСТ 5632-2014			
				ФГАОУ ВО СПбГУ			
				Петра Великого			
				Группа 23344/1			
				Формат А4			

Копировал

Приложение 4. Выбор установочно-зажимных приспособлений

1. Деталь «Фланец».

Операция 025. Токарно-винторезная

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 55$, являющаяся технологической опорной явной базой (лишает заготовку одной степени свободы);

2) Ось наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 55$, являющаяся технологической двойной направляющей скрытой базой (лишает заготовку четырех степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование трехкулачкового патрона С7100-0041.004 $\varnothing 315$ мм.

Операция 035. Токарно-фрезерная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 127$, являющаяся технологической установочной явной базой (лишает заготовку трех степеней свободы);

2) Ось наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 127$, являющаяся технологической направляющей скрытой базой (лишает заготовку двух степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование трехкулачкового патрона станка СТХ beta 800 ТС $\varnothing 315$ мм.

2. Деталь «Корпус малый».

Операция 035. Токарно-фрезерная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 150$, являющаяся технологической опорной явной базой (лишает заготовку одной степени свободы);

2) Ось наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 150$, являющаяся технологической двойной направляющей скрытой базой (лишает заготовку четырех степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование трехкулачкового патрона станка СТХ beta 800 ТС $\varnothing 315$ мм с удлиненными кулачками.

Операция 040. Токарно-фрезерная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 147$, являющаяся технологической установочной явной базой (лишает заготовку трех степеней свободы);

2) Ось наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 147$, являющаяся технологической направляющей скрытой базой (лишает заготовку двух степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование трехкулачкового патрона станка СТХ beta 800 ТС $\varnothing 315$ мм. Для увеличения точности обработки и снижения вибраций предлагается использование подвижного люнета ZENTRICO THL plus.

Операция 045. Горизонтально-расточная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 147$, являющаяся технологической установочной явной базой (лишает заготовку трех степеней свободы);

2) Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 46H11$, являющаяся технологической двойной опорной явной базой (лишает заготовку двух степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование специального приспособления, состоящего из центровика $\varnothing 46$ и переходника, служащего для установки обрабатываемой заготовки на паллете. Для закрепления заготовки используют цеховые планки и болты.

3. Деталь «Корпус»

Операция 030. Токарно-фрезерная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 86h14$, являющаяся технологической опорной явной базой (лишает заготовку одной степени свободы);

2) Ось наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 86h14$, являющаяся технологической двойной направляющей скрытой базой (лишает заготовку четырех степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование трехкулачкового патрона станка СТХ beta 800 ТС $\varnothing 315$ мм с удлиненными расточенными кулачками.

Операция 045. Токарно-фрезерная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 86h14$, являющаяся технологической опорной явной базой (лишает заготовку одной степени свободы);

2) Ось наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 86h14$, являющаяся технологической двойной направляющей скрытой базой (лишает заготовку четырех степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование трехкулачкового патрона станка СТХ beta 800 ТС $\varnothing 315$ мм с удлиненными расточенными кулачками.

Операция 050. Токарно-фрезерная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость, ограниченная диаметрами $\varnothing 76H14$ и $\varnothing 50H9$, являющаяся технологической установочной явной базой (лишает заготовку трех степеней свободы);

2) Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 50H9$, являющаяся технологической двойной опорной явной базой (лишает заготовку двух степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается специального приспособления, в состав которого входят планшайба и центровик $\varnothing 50$.

Операция 080. Токарно-фрезерная с ЧПУ

Комплект технологических баз:

1) Торцовая плоскость поверхности $\varnothing 86h14$, являющаяся технологической опорной явной базой (лишает заготовку одной степени свободы);

2) Ось наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 86h14$, являющаяся технологической двойной направляющей скрытой базой (лишает заготовку четырех степеней свободы).

Для реализации данной схемы базирования предлагается использование трехкулачкового патрона станка СТХ beta 800 ТС $\varnothing 315$ мм с удлиненными расточенными кулачками.

Приложение 5. Выбор режущего, вспомогательного инструмента, режимов обработки и средств метрологического обеспечения

Для операций, выполняемых с использованием ЧПУ оборудования, подбор инструмента был осуществлен при использовании каталогов Sandvik Coromant. Подбор режимов резания осуществлен по рекомендациям Sandvik Tool Guide. Для операций 045 и 050 обработки детали «Корпус» рекомендуемые режимы были снижены на 30% из-за риска возникновения вибраций.

1. Деталь «Фланец»

Операция 035. Токарно-фрезерная с ЧПУ (область обработки 2)

1) 1–открытая зона, черновое точение торца с выдерживанием размера $103H14_{(-0.87)}$, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 50h14_{(-0.62)}$ с выдерживанием размера 31 ± 0.31 ;

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max P DCLNL 2020K 12; Режущая пластина T-Max P CNMG 12 04 08-MR 2220; Переходник C6-ASHL-105-20HP.

Режимы резания: $v=155$ м/мин; $s=0.4$ мм/об; $t=3.5$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=4.43$ кВт.

2) 2–открытая зона, растачивание отверстия $\varnothing 23H14^{(+0.52)}$.

Режущий и вспомогательный инструмент: Антивибрационная твердосплавная расточная оправка CoroTurn 107 F10M-SDUCL 07-ER; Режущая пластина CoroTurn 107 DCMT 07 02 08-MM 2220; Расточной патрон C6-391.32-13 107.

Режимы резания: $v=230$ м/мин; $s=0.15$ мм/об; $t=2$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.75$ кВт.

3) 3–полуоткрытая зона, получистовое и чистовое точение наружной поверхности $\varnothing 28f9_{(-0.072}^{0.020})}$ с выдерживанием размеров 13 ± 0.215 , $50 \pm 5^\circ$.

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max DSBNL 2525M 15; Режущая пластина T-Max P SNMG 15 06 16-MR 2220; Переходник от Coromant Capto C6-ASHL-122-25HP.

Режимы резания: а) Получистовое точение: $v=155$ м/мин; $s=0.4$ мм/об; $t=3.5$ мм;

б) Чистовое точение: $v=160$ м/мин; $s=0.35$ мм/об; $t=1$ мм;

Максимальная мощность резания: $N=7$ кВт.

Средства метрологического обеспечения:

1) ШЦ-I-150-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;

2) Micromar 40 Т микрометр со встроенным индикатором часового типа.

2. Деталь «Корпус малый».

Операция 035. Токарно-фрезерная с ЧПУ (область обработки 3).

1) 1–открытая зона, черновое точение торца с выдерживанием размера $196_{(-1.15)}$, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 147_{(-1.6)}$ с выдерживанием размера 31 ± 0.31 ;

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max P DSSNL 2525M 15; Режущая пластина T-Max P SNMG 15 06 16-MR 2220; Переходник от Coromant Capto C6-ASHL-122-25HP.

Режимы резания: $v=160$ м/мин; $s=0.55$ мм/об; $t=2$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=3.9$ кВт.

2) 2–открытая зона, сквозное сверление отверстия $\varnothing 20H14^{(+0.52)}$.

Режущий и вспомогательный инструмент: Сверло со сменной головкой CoroDrill 870 -2000-20L25-10; Сменная головка для сверла CoroDrill 870 -2000-20-ММ 2334; Сверлильный патрон C6-391.27-25 070A.

Режимы резания: $v=58$ м/мин; $s=0.135$ мм/об; $t=10$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=2.43$ кВт.

3) 3–полуоткрытая зона, растачивание отверстия $\varnothing 24H13^{(+0.33)}$.

Режущий и вспомогательный инструмент: Расточная оправка CoroTurn 107 A16R-SSKCL 09-R; Режущая пластина CoroTurn 107 SCMT 09 T3 08-MR 2220; Патрон расточной C6-391.32-16 112.

Режимы резания: $v=200$ м/мин; $s=0.26$ мм/об; $t=1$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=6.5$ кВт.

4) 4–открытая зона, сверление отверстия $\varnothing 40H12^{(+0.25)}$ на длину 78 ± 0.5 .

Режущий и вспомогательный инструмент: Сверло со сменными пластинами CoroDrill 880-D4000L40-02; Режущая пластина для сверла CoroDrill 880-07 04 06H-C-LM 1144; Режущая пластина для сверла CoroDrill 880-07 04 W10H-P-MS 2044; Сверлильный патрон С6-391.27-40 085.

Режимы резания: $v=180$ м/мин; $s=0.145$ мм/об; $t=10$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=13.5$ кВт.

5) 5–полуоткрытая зона, растачивание отверстия $\varnothing 46H11^{(+0.16)}$ на длину 78 ± 0.5 .

Режущий и вспомогательный инструмент: Расточная оправка CoroTurn 107 A32T-SSKCL 12; Режущая пластина CoroTurn 107 SCMT 12 04 12-MR 2220; Расточной патрон С6-391.32-13 107.

Режимы резания: $v=165$ м/мин; $s=0.374$ мм/об; $t=1.5$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=2.83$ кВт.

б) 6–закрытая зона, растачивание карманов $\varnothing 60H14^{(+0.74)}$ и $\varnothing 32H14^{(+0.62)}$, выдерживая размеры $79^{+0.4}$, 128 ± 0.5 , $33^{(+1)}$.

а) Карман $\varnothing 60H14^{(+0.74)}$.

Режущий и вспомогательный инструмент: 1) Антивибрационный адаптер с Coromant Capto на CoroTurn С6-SL-D 45E 313-32; Головка CoroTurn 107 SL-SCLCR-32-09HP; Режущая пластина CoroTurn 107 CCMT 09 T3;

2) Антивибрационный адаптер с Coromant Capto на CoroTurn С6-SL-D 45E 313-32; Головка CoroTurn 107 для обратного растачивания SL-SDUCR-32-11XHP; Режущая пластина CoroTurn 107 DCMT 11 T3 12-MM 2220 (подрезка кармана с обратной стороны).

Режимы резания: $v=165$ м/мин; $s=0.35$ мм/об; $t=2.5$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=2.8$ кВт.

б) Карман $\varnothing 32H14^{(+0.62)}$,

Режущий и вспомогательный инструмент: 1) Антивибрационный адаптер с Coromant Capto на CoroTurn C6-SL-D 23E 133-16; Головка CoroTurn 107 570-SCLCL-16-06; Режущая пластина CoroTurn 107 CCMT 06 02 08-MR 2035;

2) Антивибрационный адаптер с Coromant Capto на CoroTurn C6-SL-D 23E 133-16; Головка CoroTurn 107 для обратного растачивания 570-SDUCL-16-07-EX; Режущая пластина CoroTurn 107 DCMT 07 02 08-MM 2015 (подрезка кармана с обратной стороны).

Режимы резания: $v=180$ м/мин; $s=0.26$ мм/об; $t=1.3$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.8$ кВт.

7) 7–закрытая зона, точение канавки с выдерживанием размеров $R5$, $\varnothing 53^{(+0.74)}$, $\varnothing 34_{(-0.62)}$, 6 ± 0.15 .

Режущий и вспомогательный инструмент: Пластина CoroCut QF для торцевой обработки канавок QFT-H-0400-RM 1135; Головка CoroCut QF для торцевой обработки канавок SL-QFT-LH32C40-065A; Адаптер C6-570-3C 60 448-40R;

Режимы резания: $v=170$ м/мин; $s=0.15$ мм/об; $t=1.75$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.33$ кВт.

Средства метрологического обеспечения:

- 1) ШЦ-I-250-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;
- 2) ШГ-160-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90;
- 3) 133-0958 Калибр-пробка Ф46Н11 ГОСТ 14810-69;
- 4) Калибры-уступы ПР,НЕ для карманов

Операция 040. Токарно-фрезерная с ЧПУ (область обработки 4).

1) 1–открытая зона, черновое точение торца с выдерживанием размера $194_{(-1.15)}$, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 86_{(-0.87)}$ с выдерживанием размера $28_{-0.52}$;

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max P для точения DCLNL 2525M 16; Режущая пластина T-Max P для точения CNMG 16 06 08-MM 2220; Переходник C6-ASHL-122-25HP/

Режимы резания: а) Черновые проходы: $v=200$ м/мин; $s=0.25$ мм/об; $t=3.65$ мм;

а) Чистовой проход: $v=200$ м/мин; $s=0.25$ мм/об; $t=1.5$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=4.1$ кВт.

2) 2–открытая зона, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 50_{(-0.62)}$ с выдерживанием размера 49 ± 0.31 , $4 \pm 0.15 \times 45^\circ$.

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max P для точения DCLNL 2525M 16; Режущая пластина T-Max P для точения CNMG 16 06 08-MM 2220; Переходник C6-ASHL-122-25HP.

Режимы резания: $v=200$ м/мин; $s=0.25$ мм/об; $t=3.65$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=4.33$ кВт.

Операция 045. Горизонтально-расточная с ЧПУ (область обработки 5).

1) 1–открытая зона, сверление, растачивание отверстий $\varnothing 28H9^{(+0.052)}$ с выдерживанием размеров 62 ± 0.37 и 51 ± 0.37 ;

а) Сверление:

Режущий и вспомогательный инструмент: Сверло CoroDrill со сменной головкой 870-2800-28LX125-3; Сменная головка для сверла CoroDrill 870-2800-28-GP 4334; Патрон C6-A391.23-31 085

Режимы резания: $v=58$ м/мин; $s=0.2$ мм/об; $t=13$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=4.01$ кВт.

б) Растачивание черновое:

Режущий и вспомогательный инструмент: CoroBore с двумя кромками для черного растачивания BR20-29CC06F-EN20; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CСMT 06 02 08-MM 1125; Переходник C6-391.EN-20 088.

Режимы резания: $v=193$ м/мин; $s=0.3$ мм/об; $t=9$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.73$ кВт.

в) Растачивание чистовое:

Режущий и вспомогательный инструмент: Чистовой расточный инструмент CoroBore 825-29TC06-A20; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения TCGX 06 T1 04L-WK 1125; Патрон CoroChuck 935-C6-EF20-075.

Режимы резания: $v=195$ м/мин; $s=0.15$ мм/об; $t=0.1$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=0.6$ кВт.

2) 2–открытая зона, фрезерование лыски на фланце с выдерживанием размера 59.5 ± 0.37 .

Режущий и вспомогательный инструмент: Торцевая фреза CoroMill 300 R300-052C5-16H; Режущая пластина для фрезерования CoroMill R300-1648M-MH 2030; Переходник C6-391.02-50 050A.

Режимы резания: $v=235$ м/мин; $s=0.26$ мм/зуб; $t=8$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=15.6$ кВт.

Средства метрологического обеспечения:

- 1) ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;
- 2) 8133-0942 Калибр-пробка Ф28Н9 ГОСТ 14810-69;
3. Деталь «Корпус»

Операция 30. Токарно-фрезерная с ЧПУ. (область обработки б).

Режущий и вспомогательный инструмент: Твердосплавная расточная оправка CoroTurn 111 E16R-STFPR 11-R; Режущая пластина CoroTurn 111 TRGW110308S01020F 7105; Адаптер C6-391.32-16 112

Режимы резания: $v=50$ м/мин; $s=0.3$ мм/об; $t=0.25$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=15.6$ кВт.

Средства метрологического обеспечения:

- 1) ШГ-150-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90;
- 2) ШЦ-I-150-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.

Операция 45. Токарно-фрезерная с ЧПУ (область обработки б).

1) 1–открытая зона, точение торца с выдерживанием размера $193_{(-0.73)}$, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 145_{(-1)}$ с выдерживанием размера $27_{(-0.52)}$;

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max P DSSNL 2525M 15; Режущая пластина T-Max P SNMG 15 06 16-MR 2220; Переходник от Coromant Capto C6-ASHL-122-25HP.

Режимы резания: $v=155$ м/мин; $s=0.35$ мм/об; $t=1.5$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=3.2$ кВт.

2) 2–открытая зона, точение комплекса цилиндрических поверхностей и уступа, ограниченного им, с выдерживанием размеров $\varnothing 50H9^{(+0.062)}$, $\varnothing 76^{(+0.74)}$, 5 ± 0.15 ;

Режущий и вспомогательный инструмент: Расточная оправка CoroTurn 107 для точения A32T-SSKCR 12; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения SCMT 12 04 12-MR 2220; Переходник C6-391.32-13 107

Режимы резания: а) Черновой проход: $v=115$ м/мин; $s=0.3$ мм/об; $t=2.5$ мм;

б) Полуцистовой проход: $v=120$ м/мин; $s=0.25$ мм/об; $t=1$ мм;

в) Чистовой проход: $v=135$ м/мин; $s=0.2$ мм/об; $t=1$ мм;

Максимальная мощность резания: $N=4.3$ кВт.

3) 3–полуоткрытая зона, растачивание отверстия $\varnothing 42H11^{(+0.16)}$.

Режущий и вспомогательный инструмент: Твердосплавная расточная оправка CoroTurn 111 E16R-STFPR 11-R; Режущая пластина CoroTurn 111 TRGW110308S01020F 7105; Адаптер C6-391.32-16 112

Режимы резания: $v=70$ м/мин; $s=0.1$ мм/об; $t=0.15$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=3.5$ кВт.

4) 4–закрытая зона, растачивание карманов с выдерживанием размеров $\varnothing 60^{(+0.74)}$, $79H11^{(+0.19)}$, $35^{(+0.62)}$.

Режущий и вспомогательный инструмент: 1) Антивибрационный адаптер с Coromant Capto на CoroTurn C6-SL-D 45E 313-32; Головка CoroTurn 107 SL-SCLCR-32-09HP; Режущая пластина CoroTurn 107 CCMT 09 T3 12-MR 2220;

2) Антивибрационный адаптер с Coromant Capto на CoroTurn C6-SL-D 45E 313-32; Головка CoroTurn 107 для обратного растачивания SL-SDUCR-32-11XHP; Режущая пластина CoroTurn 107 DCMT 11 T3 12-MM 2220.

Режимы резания: $v=115$ м/мин; $s=0.25$ мм/об; $t=2.5$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=2.2$ кВт.

5) 5–полуоткрытая зона, точение канавки с выдерживанием размеров $1^{(+0.25)}$, 0.7.

Режущий и вспомогательный инструмент: Твердосплавная головка CoroCut для обработки канавок MB-09G100-00-14R 1025; Державка MB-E16R-42-09; Адаптер C5-131-00055-16

Режимы резания: $v=120$ м/мин; $s=0.2$ мм/об; $t=1$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.5$ кВт.

б) 6–полуоткрытая зона, фрезерование лысок с выдерживанием размеров $27h14_{(-0.52)}$ и $115h14_{(-0.87)}$.

Режущий и вспомогательный инструмент: Торцевая фреза CoroMill 419-050Q22-14M; Режущая пластина для фрезы CoroMill 419R-1405E-MM 1130; Переходник C6-391.05C-22 080.

Режимы резания: $v=250$ м/мин; $s=0.4$ мм/об; $t=2$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=3.5$ кВт.

7) 7–полуоткрытая зона, сверление 4 отв. $\emptyset 17.7H10^{(+0.07)}$ с выдерживанием $\emptyset 105 \pm 0.3$.

а) Сверление:

Режущий и вспомогательный инструмент: Сверло CoroDrill со сменной головкой 870-1700-17LX075-3; Сменная головка для сверла CoroDrill 870-1770-17-GP 4334; Переходник C6-A391.23-19 066.

Режимы резания: $v=58$ м/мин; $s=0.165$ мм/об; $t=8.85$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=2.7$ кВт.

б) Нарезание фаски:

Режущий и вспомогательный инструмент: Зенковка CoroDrill 452 452.C1-0414-100T-C CD10; Переходник C6-A391.23-19 066.

Режимы резания: $v=100$ м/мин; $s=0.165$ мм/об; $t=2$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=0.9$ кВт.

Средства метрологического контроля:

- 1) ШЦ-I-150-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;
- 2) ШГ-160-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90;
- 3) 8133-0962 Калибр-пробка Ф50Н19 ГОСТ 14810-69;
- 4) 8133-0956 Калибр-пробка Ф42Н11 ГОСТ 14810-69;
- 5) Шаблон для фаски 1x45°;
- 6) Шаблон для фаски 2x45°;
- 7) Шаблон для канавки.

Операция 50. Токарно-фрезерная с ЧПУ (область обработки 7).

1) 1–открытая зона, точение торца с выдерживанием размера $192_{(-0.62)}$, точение цилиндрической поверхности $\varnothing 45.3h12_{(-0.33)}$ с выдерживанием размера 50 ± 0.31 ;

2) 2–открытая зона, точение поверхности $\varnothing 40d11_{(-0.24)}^{0.09}$ с выдерживанием размера 20 ± 0.26 ;

Режущий и вспомогательный инструмент: Призматическая державка T-Max P для точения DCLNR 2020K 12; Режущая пластина T-Max P CNMG 12 04 08-MR 2220; C6-ASHR-105-20HP.

Режимы резания: а) Полуцистовой проход: $v=110$ м/мин; $s=0.3$ мм/об; $t=2.5$ мм;

б) Чистовой проход: $v=130$ м/мин; $s=0.25$ мм/об; $t=1$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=3.7$ кВт.

3) 3–полуоткрытая зона, растачивание поверхностей $\varnothing 25H8^{(+0.033)}$ и $\varnothing 30H11^{(+0.033)}$ с выдерживанием размеров 54 ± 0.37 , точение фасок $1 \pm 0.125x45^\circ$;

Режущий и вспомогательный инструмент: Расточная оправка CoroTurn 107 для точения A16R-SCLCR 09-R; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CСMT 09 T3 12-MR 2220; Переходник C6-391.32-16 112;

Режимы резания: а) Полуцистовой проход: $v=130$ м/мин; $s=0.25$ мм/об; $t=2$ мм;

б) Чистовой проход: $v=140$ м/мин; $s=0.2$ мм/об; $t=1$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=4.7$ кВт.

4) 4–полуоткрытая зона, точение канавки с выдерживанием размеров $5^{(+0.3)}$, $\emptyset 42_{(-0.62)}$, R1.6, R0.5;

Режущий и вспомогательный инструмент: Отрезное лезвие CoroCut 1-2 N123H55-25A2; Режущая пластина CoroCut 1-2 для обработки канавок N123H2-0470-0005-GF 1125; Переходник C6-APBR-160-25HP.

Режимы резания: $v=100$ м/мин; $s=0.1$ мм/об; $t=4.7$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.7$ кВт.

5) 5–полуоткрытая зона нарезание резьбы M45x2-6g;

Режущий и вспомогательный инструмент: Инструмент с хвостовиком CoroThread для точения резьбы 266RFA-2020-16; Режущая пластина CoroThread 266RG-16MM01F200E 1135; Переходник C6-ASHR-105-20HP.

Режимы резания: $v=130$ м/мин; $s=2$ мм/об; $t=2.8$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.3$ кВт.

Средства метрологического обеспечения:

- 1) ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;
- 2) 8113-0262 Калибр-скоба $\Phi 40d11$ ГОСТ 16775-93;
- 3) ШГ-160-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90;
- 4) Шаблон канавочный;
- 5) 8133-0939 Калибр-пробка $\Phi 25H8$ ГОСТ 14810-69;
- 6) 8133-0944 Калибр-пробка $\Phi 30H11$ ГОСТ 14810-69;
- 7) Шаблон фасочный $1 \times 45^\circ$;
- 8) 8211-0147 Кольцо M45x2-6g ПР ГОСТ 17763-72;
- 9) 8211-1147 Кольцо $\Phi 45 \times 2-6g$ HE ГОСТ 17764-72.

Операция 80. Токарно-фрезерная с ЧПУ (область обработки б).

1) Полуоткрытая зона – нарезание резьбы M20-6H в 4 предварительно просверленных отверстиях $\emptyset 17.7H10^{(+0.07)}$ на торце детали «Корпус малый».

Режущий и вспомогательный инструмент: Метчик со спиральной подточкой CoroTap T200-ХМ101АА-М20 С110; Цанга А393.14-40-М20; Переходник 970-С6-40-154.

Режимы резания: $v=6.85$ м/мин; $s=2.5$ мм/об; $t=2$ мм.

Максимальная мощность резания: $N=1.43$ кВт.

Средства метрологического обеспечения:

1) 8221-3080 Пробка М20-7Н ГОСТ 17758-72.

Программа обработки

УП операции 050. Оборудование – «Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ CTX beta 800 TC»	
O0001	
N010 G40 G80 G18 G99;	Отмена коррекции на радиус инструмента, отмена циклов сверления, установка рабочей плоскости XZ, возврат в плоскость отвода
N020 G28 U0 W0;	Отвод в референтную точку
N030 T01T01;	Установка подрезного резца в раб. позицию, вызов привязки
N040 G42 G0 Z3 X50;	Коррекция на радиус вправо, подвод инструмента к заготовке на быстром ходу
N050 G96 M3 S780 F0.3 M8;	Постоянная скорость резания, задание черновых режимов точения наружного контура, включение шпинделя, включение СОЖ
N060 G74 U2.5 R1;	Цикл торцевой обработки (черновой проход) - 1 кадр, глубина резания 2.5 мм, плоскость отвода 1 мм
N070 G74 P080 Q120 U1 W1;	Цикл торцевой обработки (черновой проход) - 2 кадр, границы описания контура обработки, припуски на последующую обработку по осям x, z
N080 G0 Z0 X39.84; //начало описания контура обработки.	Начало описания контура обработки
N090 G1 Z20;	
N100 G1 X45.175;	
N110 G1 Z50;	
N120 G1 X85;	Конец описания контура

Продолжение таблицы Пб.1.

N130 G0 Z10 X100;	Отвод резца от заготовки
N140 G28 U0 W0;	Отвод референтную точку
N150 S980 F0.25;	Установка чистовых режимов точения наружного контура.
N160 G0 Z3 X50;	Подвод инструмента к заготовке на быстром ходу
N170 G72 P080 Q130;	Цикл чистового точения описанного контура
N180 G28 U0 W0;	Отвод в референтную точку
N190 T0202:	Установка канавочного резца в раб. позицию, вызов привязки.
N200 S870 F0.1;	Установка режимов резания для тонкого точения наружного контура.
N210 G0 Z47.35 X50;	Подвод инструмента к заготовке
N220 G187 I41.69 A45.175 C3 F5 J3 K-4.3 R1.6 S0.5 X1;	Цикл точения канавка
N230 G0 Z47.65 X55;	Отвод резца
N240 G28 U0 W0;	Отвод в референтную точку
N250 T0303;	Установка расточного резца в раб. позицию, вызов привязки.
N260 S1380 F0.25;	Установка режимов резания для внутреннего чернового точения.
N270 G0 Z0 X24;	Подвод резца в зону обработки
N280 G1 Z63 X24;	Черновое растачивание внутренних поверхностей.
N290 G0 Z0 X24;	
N300 G0 Z0 X26;	
N310 G1 Z54 X26;	
N320 G0 Z0 X26;	
N330 G0 Z0 X28;	

Продолжение таблицы Пб.1.

N340 G1 Z54 X28;	
N350 G0 Z-1 X28;	Вывод резца из отверстия
N360 G28 U0 W0;	Отвод в референтную точку
N370 S1475 F0.2;	Установка режимов резания для чистового внутреннего точения.
N380 G0 Z0 X32;	Подвод резца в зону обработки
N390 G1 Z-1 X32;	Чистовое растачивание с точением фасок
N400 G1 Z-2 X30.065;	
N410 G1 Z-54 X30.065 R1;	
N420 G1 Z-54 X27;	
N430 G1 Z-55 X25.016;	
N430 G1 Z-64 X25.016;	
N440 G0 Z1 X25;	Вывод резца из отверстия
N450 G28 U0 W0;	Отвод в референтную точку
N460 T0404;	Установка резьбового резца в рабочую позицию.
N470 S700 F2;	Установка режимов резания для нарезания резьбы.
N480 G0 Z-15 X50;	Подвод резца в зону обработки.
N490 G76 P030060 Q300 R0.3;	Цикл нарезания резьбы, 1-кадр, задание числа чистовых проходов, резьба без сбег, боковое врезание.
N500 G76 X42.834 Z-25 P1083 Q500 F2;	Цикл нарезания резьбы, 2-кадр, задание внутреннего диаметра, длины резьбы, высоты профиля резьбы, снятия материала на первом проходе, шага резьбы.
N510 G28 U0 W0;	Отвод в референтную точку
N520 M5 M9;	Отключение вращения шпинделя, отключение СОЖ.
N530 M30;	Конец программы.

Приложение 7. Технологическая документация на деталь «Фланец»

ГОСТ 3.1105 – 84

Форма 2

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
											9	1		
				СПбПУ Петра Великого				КТМ.000.001.002						
											Фланец		КП	
<p><i>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</i> <i>На технологический процесс механической обработки</i></p>														
ТЛ		Титульный лист												

<i>Добыл</i>																
<i>Взял</i>																
<i>Подл.</i>									<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
												3	1			
<i>Разраб</i>	Кунарев Е.А.				<i>СПДПУ Петра Великого</i>	КТМ.000.001.002										
<i>Проверил</i>	Макарова Т.А.															
<i>Принял</i>																
<i>Утвердил</i>																
<i>Исполн.</i>	Фланец															
<i>М_01</i>	<i>Покровка гр. IVK ГОСТ 25054-81</i>															
	<i>Код</i>	<i>ЕВ</i>	<i>МД</i>	<i>ЕН</i>	<i>Н. расх.</i>	<i>КИМ</i>	<i>Код загот.</i>	<i>Профиль и размеры</i>			<i>КД</i>	<i>МЗ</i>				
<i>М_02</i>	166	1,8	1				41211									
<i>А</i>	<i>Цех</i>	<i>Уч.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер.</i>	<i>Код, наименование операции</i>			<i>Обозначение документа</i>								
<i>Б</i>	<i>Код, наименование оборудования</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УТ</i>	<i>КР</i>	<i>КОИД</i>	<i>ЕН</i>	<i>ОП</i>	<i>К_{ис}</i>	<i>Т_{из}</i>	<i>Т_{ис}</i>
<i>А 03</i>					005	2160	Заготовительная		ИОТ							
<i>Б 04</i>	КГШП; Штамп закрытый					2	16014		1							
<i>А 05</i>					010	0200	Контрольная		ИОТ							
<i>Б 06</i>	Плита контрольная															
<i>А 07</i>					015	0500	Термическая									
<i>Б 08</i>	Печь					2			1							
<i>О 09</i>	Закалка 1020-1100°С, охлаждение вода или масло															
<i>10</i>	согласно ОСТ5Р.9034-84 и ГОСТ 5632 - 72															
<i>А 11</i>					020	0600	Испытания лабораторные									
<i>О 12</i>	Группа III $\sigma_{0.2} \geq 196$ МПа (20 кгс/см ²) ОСТ5Р.9034-84															
<i>О 13</i>	Испытать на склонность к МКК															
<i>О 14</i>	по методу АМУ ГОСТ6032-2003															
<i>А 15</i>					025	4110	Токарно-винторезная		ИОТ							
<i>МК</i>																

<u>Дана</u>																				
<u>Взам</u>																				
<u>Подл.</u>														<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		
																	1	1		
<i>Разраб.</i>	<i>Кизнарев Е.А.</i>			<i>СПбПУ Петра Великого</i>		<i>КТМ.000.001.002</i>														
<i>Проверил</i>	<i>Макарова Т.А.</i>																			
<i>Принял</i>																				
<i>Утвердил</i>				<i>Фланец</i>														<i>КП</i>		<i>25</i>
<i>Н. контр.</i>																				
<i>Наименование операции</i>		<i>Материал</i>			<i>Твердость</i>		<i>EB</i>	<i>MD</i>	<i>Профиль и размеры</i>				<i>M3</i>	<i>КОИД</i>						
<i>Токарно-винторезная</i>		<i>08Х18Н10Т ГОСТ 5632-2014</i>			<i>175...180 НВ</i>			<i>1,8</i>	<i>∅130x1107</i>				<i>25</i>	<i>1</i>						
<i>Оборудование, устройства ЧПУ</i>		<i>Обозначение программы</i>			<i>T_a</i>	<i>T_s</i>	<i>T_{с2}</i>	<i>T_{с3}</i>	<i>СОЖ</i>											
<i>Токарно-винторезный станок 16К20</i>		<i>-</i>																		
<i>P</i>			<i>ПМ</i>	<i>D или B</i>			<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>								
<i>01</i>				<i>мм</i>			<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>-</i>	<i>мм/мин</i>	<i>об/мин</i>	<i>м/мин</i>								
<i>0 02</i>	<i>1. Установить и закрепить заготовку в патроне</i>																			
<i>T 03</i>	<i>Патрон трехлапчатый ∅320</i>																			
<i>04</i>																				
<i>0 05</i>	<i>2. Подрезать торец 1, точить цилиндрическую поверхность 2</i>																			
<i>T 06</i>	<i>Резец 2102-0009 ВК8 ГОСТ 18877-73</i>																			
<i>P 07</i>				<i>∅127</i>			<i>33</i>													
<i>08</i>																				
<i>0 09</i>	<i>3. Раскрепить, снять заготовку</i>																			
<i>T 10</i>	<i>Патрон трехлапчатый ∅315 ГОСТ 2675-80; щетка-сетка</i>																			
<i>11</i>																				
<i>OK</i>																				

<i>Дубл.</i>														
<i>Взам.</i>														
<i>Подл.</i>														
												<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>
														<i>Подпись</i>
														<i>Дата</i>
														2
												KTM.000.001.002		
<i>P</i>						<i>ГМ</i>	<i>Д или В</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>	
<i>01</i>							<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>-</i>	<i>мм/мин</i>	<i>об/мин</i>	<i>м/мин</i>	
<i>02</i>	<i>4. Контроль полученных размеров</i>													
<i>03</i>	<i>ШЦ-I-150-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89</i>													
<i>04</i>														
<i>05</i>														
<i>06</i>														
<i>07</i>														
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														
<i>11</i>														
<i>12</i>														
<i>13</i>														
<i>14</i>														
<i>15</i>														
<i>OK</i>														

Дробь															
Взам															
Подл.															
											Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
														1	1
Разраб.	Кцнарев Е.А.														
Проверил	Макаров Т.А.														
Принял															
Утвердил															
Н. контр.															
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
Токарно-фрезерная с ЧПУ		08X18H10T ГОСТ 5632-2014		175...180 HB		1.8	∅130x1107			25	1				
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T _о	T _д	T _{о2}	T _{о3}	СОЖ							
Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ CTX beta 800 TC		00001						3% раствор «Акватек стандарт»							
P		ПМ	Д или В	L	f	i	s	p	v						
01			мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин						
O 02	1. Установить и закрепить заготовку в патроне														
T 03	Зажимной трехлапчатый патрон ∅315														
04															
O 05	2. Подрезать торец 1, точить <u>пов. 2,3,4,5</u> выдерживая размеры ∅50h14,														
T 06	Призматическая державка T- <u>Max</u> P DCLNL 2020K 12; Режущая пластина T- <u>Max</u> P CNMG 12 04 08-MR 2220; Переходник от <u>Sormant Coats</u> C6-ASHL-105-20HP														
P 07			∅50	72	25	1	0.3	1170	185						
08															
O 09	3. Точить <u>пов. 2,3</u> .														
T 10	Призматическая державка T- <u>Max</u> DSBNL 2525M 15; Режущая пластина T- <u>Max</u> P SNMG 15 06 16-MR 2220; Переходник от <u>Sormant Coats</u> C6-ASHL-122-25HP														
P 11	Получистовое точение		∅30	25	35	3	0.4	1650	155						
OK															

ГОСТ 3.1105-84

форма 7

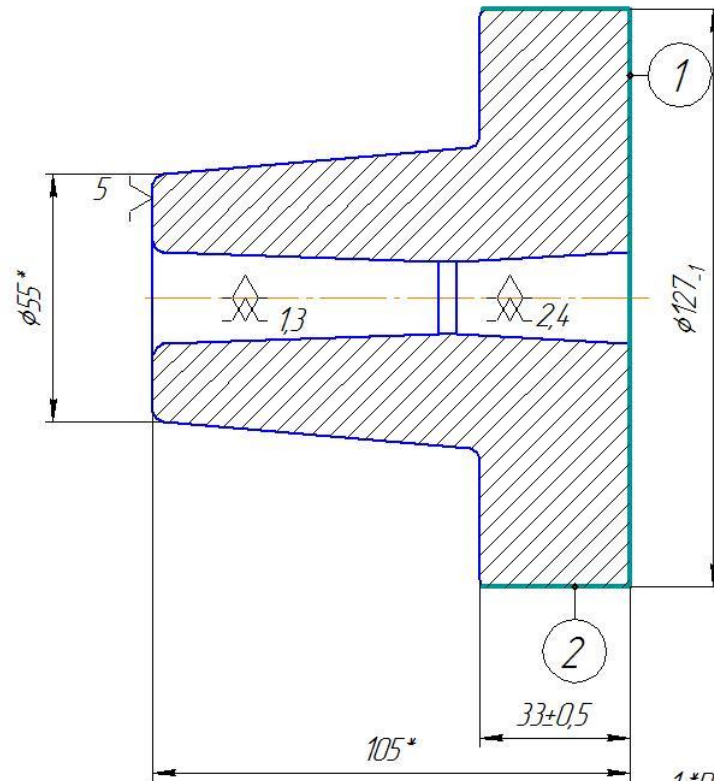
Дизайн			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
			1	1

Разработ	Куняев Е.А.
Провер	Макарова Т.А.
Н.контр.	

СПДПУ	КТМ000.001.002		
Фланец	КП		025

√ Ra 6,3 (✓)



1.*Размер для справок
 2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н14, h14, ±IT14/2

КЭ

Карта эскизов

ГОСТ 3.1105-84

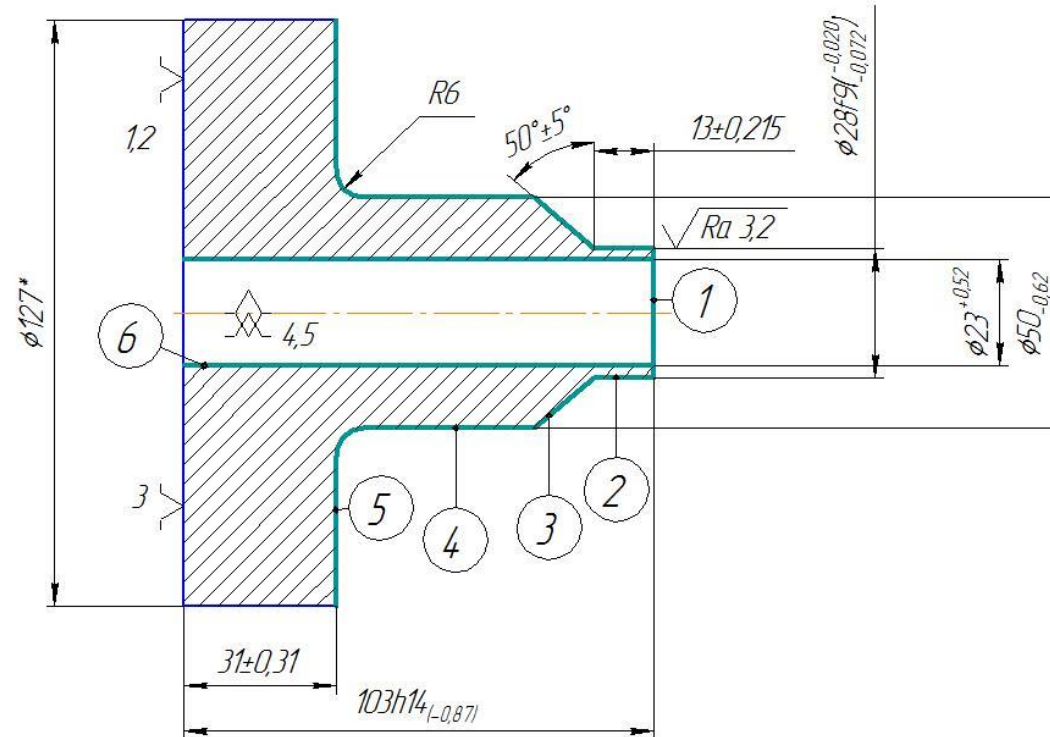
форма 7

Дудл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
			1	1

Разработ	Куняев Е.А.								
Провер	Макарова Т.А.								
Н.контр.									
СП87У						КТМ000.001.002			
Фланец								КП	030

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)



1.*Размер для справок
 2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н14, h14, ±IT14/2

Приложение 8. Технологическая документация на деталь «Корпус малый»

ГОСТ 3.1105 – 84

Форма 2

<i>Дубл.</i>													
<i>Взам.</i>													
<i>Подп.</i>													
											13	1	
				<i>СПбПУ Петра Великого</i>		<i>КТМ.000.001.001</i>							
											<i>КП</i>		
<p><i>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</i> <i>На технологический процесс механической обработки</i></p>													
<i>ТЛ</i>	<i>Титульный лист</i>												

<i>Диз.</i>																
<i>Взам.</i>																
<i>Подл.</i>																
<i>Разраб.</i>	Кунарев Е.А.															
<i>Проверил</i>	Макарова Т.А.															
<i>Принял</i>																
<i>Утвердил</i>																
<i>Исполн.</i>																
<i>М. 01</i>	<i>Примечание #155 ГОСТ 2590-2006</i>															
	<i>Код</i>	<i>ЕВ</i>	<i>МД</i>	<i>ЕН</i>	<i>Н. расх.</i>	<i>КИМ</i>	<i>Код загот.</i>	<i>Профиль и размеры</i>			<i>КД</i>	<i>МЗ</i>				
<i>М. 02</i>							41211									
<i>А</i>	<i>Цех</i>	<i>Уч.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер.</i>	<i>Код, наименование операции</i>				<i>Обозначение документа</i>							
<i>Б</i>	<i>Код, наименование оборудования</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УТ</i>	<i>КР</i>	<i>КОИД</i>	<i>ЕН</i>	<i>ОП</i>	<i>К_{заг}</i>	<i>Т_{заг}</i>	<i>Т_{зап}</i>
<i>А 03</i>					005	0200 Входной контроль				ИОТ						
<i>Б 04</i>	Плита контрольная					3			1							
<i>А 05</i>					010	4283 Отрезная				ИОТ						
<i>Б 06</i>	381765 Отрезной круглопильный автомат 8Г663					2			1							
<i>А 07</i>					015	0200 Контрольная										
<i>Б 08</i>	Плита контрольная					3			1							
<i>Т 09</i>	393311 штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89;															
<i>О 10</i>	Внешний осмотр заготовки. Проверка сопроводительной документации, соответствие материала сталь 08Х18Н10Т, размеры заготовки $\Phi 155 \pm 4$ и 198 ± 2 мм.															
<i>А 11</i>					020	0500 Термическая										
<i>Б 12</i>	Печь					2			1							
<i>О 13</i>	Закалка 1020-1100°C, охлаждение вода или масло															
<i>14</i>	согласно ОСТ5Р.9034-84 и ГОСТ 5632 - 72															
<i>А 15</i>					025	0600 Лабораторные испытания				ИОТ						
<i>МК</i>																

<i>Дилл</i>																
<i>Взам.</i>																
<i>Подл.</i>										<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		
														2		
										КТМ.000.001.001						
<i>А</i>	<i>Цех</i>	<i>Уч.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер</i>	<i>Код, наименование операции</i>	<i>Обозначение документа</i>										
<i>Б</i>	<i>Код, наименование оборудования</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УТ</i>	<i>КР</i>	<i>КОИД</i>	<i>ЕН</i>	<i>ОП</i>	<i>Кач</i>	<i>Тех</i>	<i>Тех</i>
<i>к/м</i>	<i>Наименование детали, сб. единицы или материала</i>					<i>обозначение, код</i>						<i>ОПП</i>	<i>ЕВ</i>	<i>ЕН</i>	<i>КИ</i>	<i>Нараск</i>
<i>0 01</i>	<i>Группа III $\sigma_{0.2} \geq 196$ МПа (20 кгс/см²) ОСТ5Р.9034-84</i>															
<i>0 02</i>	<i>Испытать на склонность к МКК по методу АМУ ГОСТ6032-2003</i>															
<i>А 03</i>	<i>030 4110 Токарно-винторезная</i>					<i>ИОТ</i>										
<i>Б 04</i>	<i>381101 Универсальный токарно-винторезный 16К20</i>					<i>5</i>	<i>18217</i>		<i>1</i>							
<i>Т 05</i>	<i>396110 патрон трехкулачковый; 392101 2102-0009 Резец ВКВ ГОСТ 18877-73; 393311 ШЦ-I-250-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89</i>															
<i>0 06</i>	<i>1.Установить заготовку в патрон, выверить, закрепить.</i>															
<i>0 07</i>	<i>2.Подрезать торец как чисто</i>															
<i>0 08</i>	<i>3.Точить поверхность $\varnothing 150-1$ на длину 100 ± 1 (технологически)</i>															
<i>0 09</i>	<i>4.Переустановить деталь.</i>															
<i>0 10</i>	<i>5.Точить поверхность $\varnothing 150-1$ до совмещения (технологически)</i>															
<i>А 11</i>	<i>035 4233 Токарно-фрезерная с ЧПУ</i>					<i>ИОТ</i>										
<i>Б 12</i>	<i>41001 Токарно-фрезерный центр СТХ beta 800 ТС</i>					<i>2</i>	<i>15292</i>		<i>1</i>							
<i>А 13</i>	<i>040 4233 Токарно-фрезерная с ЧПУ</i>															
<i>МК</i>																

<i>Дыба</i>																	
<i>Взам</i>																	
<i>Подл.</i>																	
												<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>			
													<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
														3			
											КТМ.000.001.001						
<i>А</i>	<i>Цех</i>	<i>Уч.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер</i>	<i>Код, наименование операции</i>	<i>Обозначение документа</i>											
<i>Б</i>	<i>Код, наименование оборудования</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УТ</i>	<i>КР</i>	<i>КОИД</i>	<i>ЕН</i>	<i>ОП</i>	<i>Класс</i>	<i>Гр</i>	<i>Гр</i>	
<i>к/м</i>	<i>Наименование детали, сб. единицы или материала</i>					<i>обозначение код</i>						<i>ОПП</i>	<i>ЕВ</i>	<i>ЕН</i>	<i>КИ</i>	<i>Ндосх</i>	
<i>Б 01</i>	<u>41001</u> Токарно-фрезерный центр <u>CTX beta 800 TC</u>					2	15292		1								
<i>А 02</i>	045 4233 <u>Горизонтально-расточная с ЧПУ</u>																
<i>Б 03</i>	<u>Горизонтальный обрабатывающий центр Trevisan DS300/70C</u>					2	15292		1								
<i>А 04</i>	050 <u>Слесарная</u>																
<i>Б 05</i>	<u>Верстак</u>																
<i>Т 06</i>	<u>Слесарный инструмент</u>																
<i>О 07</i>	<u>Зачистить заусенцы, острые кромки притупить.</u>																
<i>А 08</i>	055 0130 <u>Моющая</u>																
<i>Б 09</i>	<u>Моющая машина</u>																
<i>О 10</i>	<u>Промыть деталь</u>																
<i>А 11</i>	060 0200 <u>Окончательный контроль</u>																
<i>Б 12</i>	<u>Стал ОТК</u>					3			1								
<i>О 13</i>	<u>Проверить размеры детали после операций 035; 040; 45.</u>																
<i>А 14</i>																	
<i>МК</i>																	

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.														
Взам														
Подл.										Изм	Лист	№ док-м	Подпись	Дата
												5	1	
Разраб.	Кинарев Е.А.			СПДПУ Петра Великого		КТМ.0000.001.001								
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утвердил														
Н. контр.								Карпус малый		КП		35		
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД			
Токарно-фрезерная с ЧПУ		08X18H10T ГОСТ 5632-2014		175...180 НВ			2.6	ø150x196		10.5	1			
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	СОЖ						
Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ CTX beta 800 TC		00001						3% раствор «Акватек стандарт»						
P		ПИ	D или B	L	f	i	s	n	v					
01			мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин					
O 02	1. Установить и закрепить заготовку в патроне													
T 03	Зажимной трехкулачковый патрон ø315 с удлиненными кулачками													
04														
O 05	2. Подрезать торец 2, точить пов.1													
T 06	Призматическая державка T-Max P DSSNL 2525M 15; Режущая пластина T-Max P SNMG 15 06 16-MR 2220; Переходник от <u>Cosmat</u> <u>Coata C6-ASHL-122-25HP</u>													
P 07	Торец 2		ø147	74	2	1	0.55	333	160					
P 08	Поверхность 1		ø147	31	15	1	0.55	335	160					
09														
O 10	3. Центровать отв. ø6 на глубину 15 (пов. 3,4,6,7,8)													
T 11	Твердосплавное сверло <u>Cosmat</u> 460.1-0600-045A1-XM GC34; Сверлильный патрон C6-39132-13 107													
OK														

<i>Дубл.</i>																					
<i>Взам.</i>																					
<i>Подл.</i>																					
												<i>Изм</i>		<i>Лист</i>		<i>№ докум.</i>		<i>Подпись</i>		<i>Дата</i>	
																				5	
												<i>КТМ.000.001.001</i>									
<i>P</i>							<i>ПМ</i>	<i>D или B</i>		<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>		<i>n</i>	<i>v</i>					
<i>01</i>								<i>мм</i>		<i>мм</i>	<i>мм</i>	-	<i>мм/об</i>		<i>об/мин</i>	<i>м/мин</i>					
<i>0 02</i>	<i>13. Раскрепить, снять заготовку</i>																				
<i>T 03</i>	<i>Зажимной трехлапчатый патрон №250</i>																				
<i>04</i>																					
<i>0 05</i>	<i>14. Контроль полученных размеров</i>																				
<i>T 06</i>	<i>ШЦ-I-250-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89; ШГ-160-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90; 8133-0958 Калибр-пробка Ф46Н11 ГОСТ 14.810-69; Калибры-уступы ПР НЕ</i>																				
<i>07</i>	<i>для карманов</i>																				
<i>08</i>																					
<i>09</i>																					
<i>10</i>																					
<i>11</i>																					
<i>12</i>																					
<i>13</i>																					
<i>14</i>																					
<i>15</i>																					
<i>OK</i>																					

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.													
Взам													
Подл.													
									Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
												2	1
Разраб.	Кичарев Е.А.			СПДПУ Петра Великого			000.001.001						
Проверил	Макарова Т.А.												
Принял													
Утвердил													
Н. контр.							Карпус малый			КП			40
Наименование операции			Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MЗ	КОИД
Токарно-фрезерная с ЧПУ			Ø8x18H10T ГОСТ 5632-2014			175..180 HB		2.6	Ø150x196			10.5	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			T _с	T _г	T _{гз}	T _{гм}	СОЖ			
Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ CTX beta 800 TC			00002							3% раствор «Акватек стандарт»			
P		ПИ	D или B		L	f	i	s	n	v			
01			мм		мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин			
0 02	1. Установить и закрепить заготовку в патроне												
T 03	Зажимной трехкулачковый патрон №315; Люнет ZENTRICO THL plus												
04													
0 05	2. Подрезать торец 1, точить пов. 2,3,5,6, выдерживая Ø86h14 и 194 _{-0.15} и 28 _{-0.052}												
T 06	Призматическая державка T-Max P для точения DCLNL 2525M 16; Режущая пластина T-Max P для точения CNMG 16 06 08-MM 2220; Переходник C6-ASHL-122-25HP												
P 07	Черновые проходы		Ø86		166	3.65	8	0.25	740	200			
P 08	Чистойой проход		Ø86		166	1.5	1	0.25	740	200			
09													
0 10	3. Точить пов. 2,3, фаску 4.												
T 11	Призматическая державка T-Max P для точения DCLNL 2525M 16; Режущая пластина T-Max P для точения CNMG 16 06 08-MM 2220; Переходник C6-ASHL-122-25HP												
OK													

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.														Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
																		2	
																		000.001.001	
<i>P</i>						<i>ПМ</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>						
01							мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин						
P 02							∅86	166	3.65	5	0.25	740	200						
03																			
0 04	4. Раскрепить, снять заготовку																		
T 05	Зажимной трехкулачковый патрон ∅250; Люнеты ZENTRICO THL plus																		
06																			
0 07	5. Контроль полученных размеров																		
T 08	ШЦ-I-200-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89; ШГ-200-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90; РШ1 Шаблон радиусный ГОСТ 4125-88																		
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
OK																			

Дубл.														
Взам														
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
													3	1
Разраб.	Кинарев Е.А.				СПбПУ Петра Великого	КТМ.000.001.001								
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утвердил					Корпус малый						КП		45	
Н. контр.														
Наименование операции		Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Горизонтально-расточная с ЧПУ		08Х18Н10Т ГОСТ 5632-2014			175..180 НВ			2.6	ø14.7x196			10.5	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			T ₀	T ₂	T _{пз}	T _{шт}	СОЖ					
Горизонтальный обрабатывающий центр Trevisan DS300/70C		00003							3% раствор «Акватек стандарт»					
P		ПМ	D или B	L	f	i	s	n	v					
01			мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин					
O 02	1. Установить деталь на стол станка, выверить, закрепить.													
T 03	Паллета Trevisan 600x600; Центроблик #46; Переходник; болты и планки цеховые													
O 04														
O 05	2. Сверлить отв. #26H12 (таб.1).													
T 06	Сверла CoroDrill со сменной головкой 870-2800-28LX125-3; Сменная головка для сверла CoroDrill 870-2800-28-GR 4334; Патрон C6-A39123-31 085													
P 07			#26H12	13	13	1	0.2	655	58					
O 08														
O 09	3. Расточить отв. #27.8 H12 (таб.1).													
T 10	CoroVage с двумя кромками для черного растачивания BR20-29CC06F-EH20; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CCMT 06 02 08-MM 1125; Переходник													
T 11	C6-391EH-20 088													
OK														

<i>Дубл.</i>														
<i>Взам.</i>														
<i>Подл.</i>										<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
														3
										<i>КТМ.000.001.001</i>				
<i>P</i>					<i>ПМ</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>		
<i>01</i>						<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>	-	<i>мм/об</i>	<i>об/мин</i>	<i>м/мин</i>		
<i>0 02</i>	<i>7. Раскрепить, снять заготовку</i>													
<i>T 03</i>	<i>Паллета Trevisan 600x600; Центробук #46; Переходник, болты и планки цеховые</i>													
<i>04</i>														
<i>0 05</i>	<i>8. Контроль полученных размеров</i>													
<i>T 06</i>	<i>ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89; 8133-094.2 Калибр-пробка Ф28Н9 ГОСТ 14810-69;</i>													
<i>07</i>														
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														
<i>11</i>														
<i>12</i>														
<i>13</i>														
<i>14</i>														
<i>15</i>														
<i>OK</i>														

ГОСТ 3.1105-84

форма 7

Дубль			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Разработ	Кундрев Е.А.		
Провер	Макарова Т.А.		
Н.контр.			

СППГУ

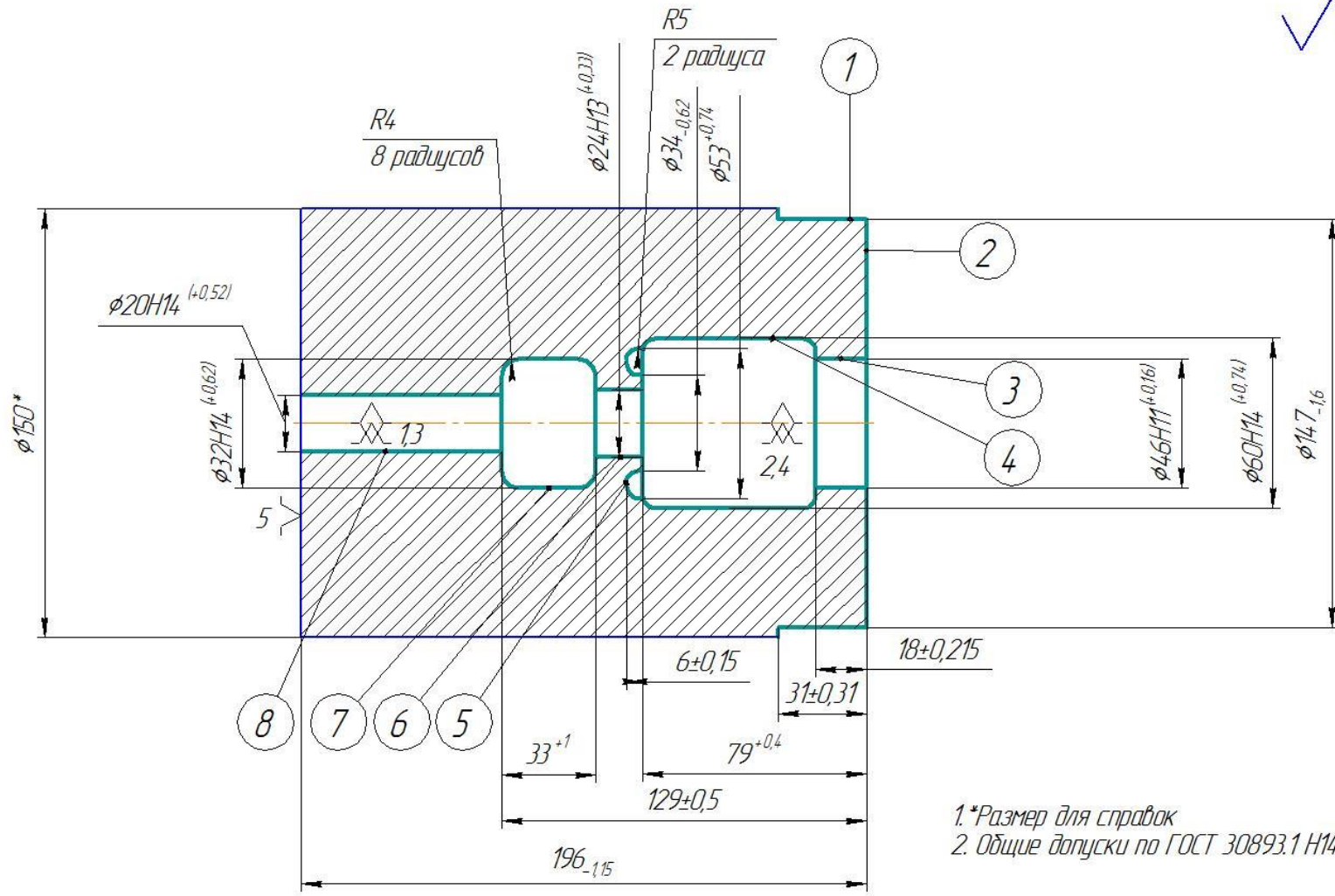
KTM.000.001.001

Корпус малый

КП

035

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



1.*Размер для справок
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 H14, h14, ±IT14/2

КЭ

Карта эскизов

ГОСТ 31105-84

форма 7

Дубль			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
			1	1

Разработ	Кинарей Е.А.		
Провер	Макарова Т.А.		
Н.контр.			

СППГУ

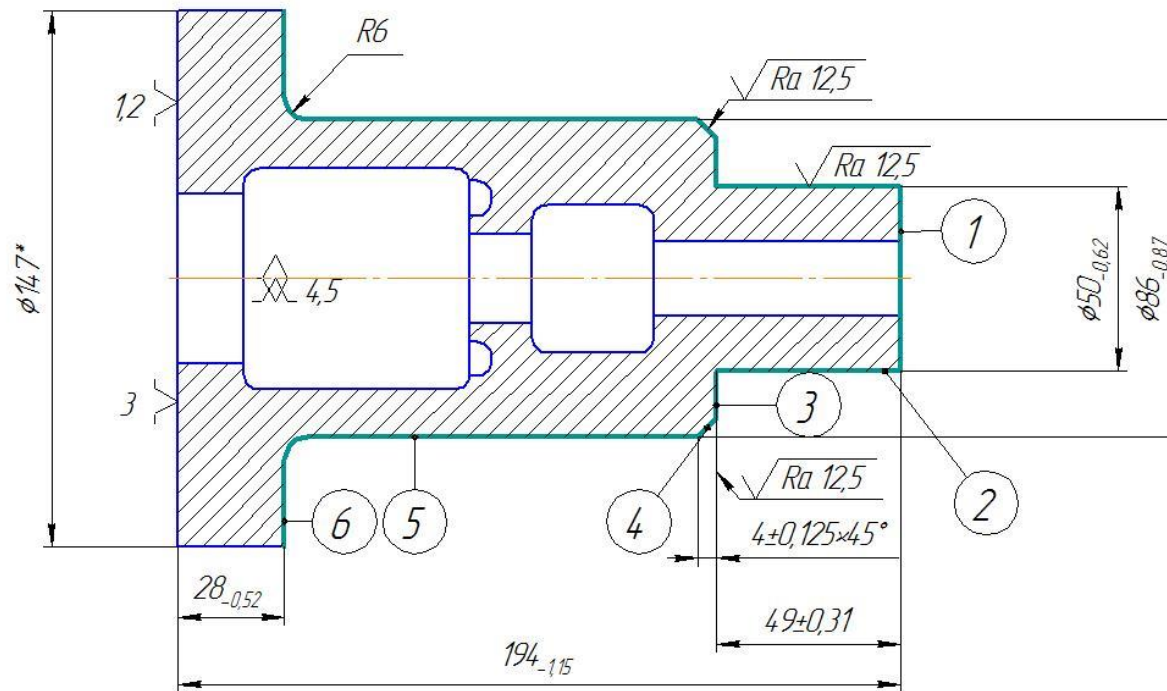
КТМ.000.001.001

Корпус малый

КП

040

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)



1.*Размер для справок

2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 H14, h14, ±IT14/2

КЭ

Карта эскизов

ГОСТ 3.1105-84

форма 7

Дубль			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
			1	1

Разработ	Киндрев Е.А.		
Провер	Макарова Т.А.		
Н.контр.			

СПДПУ

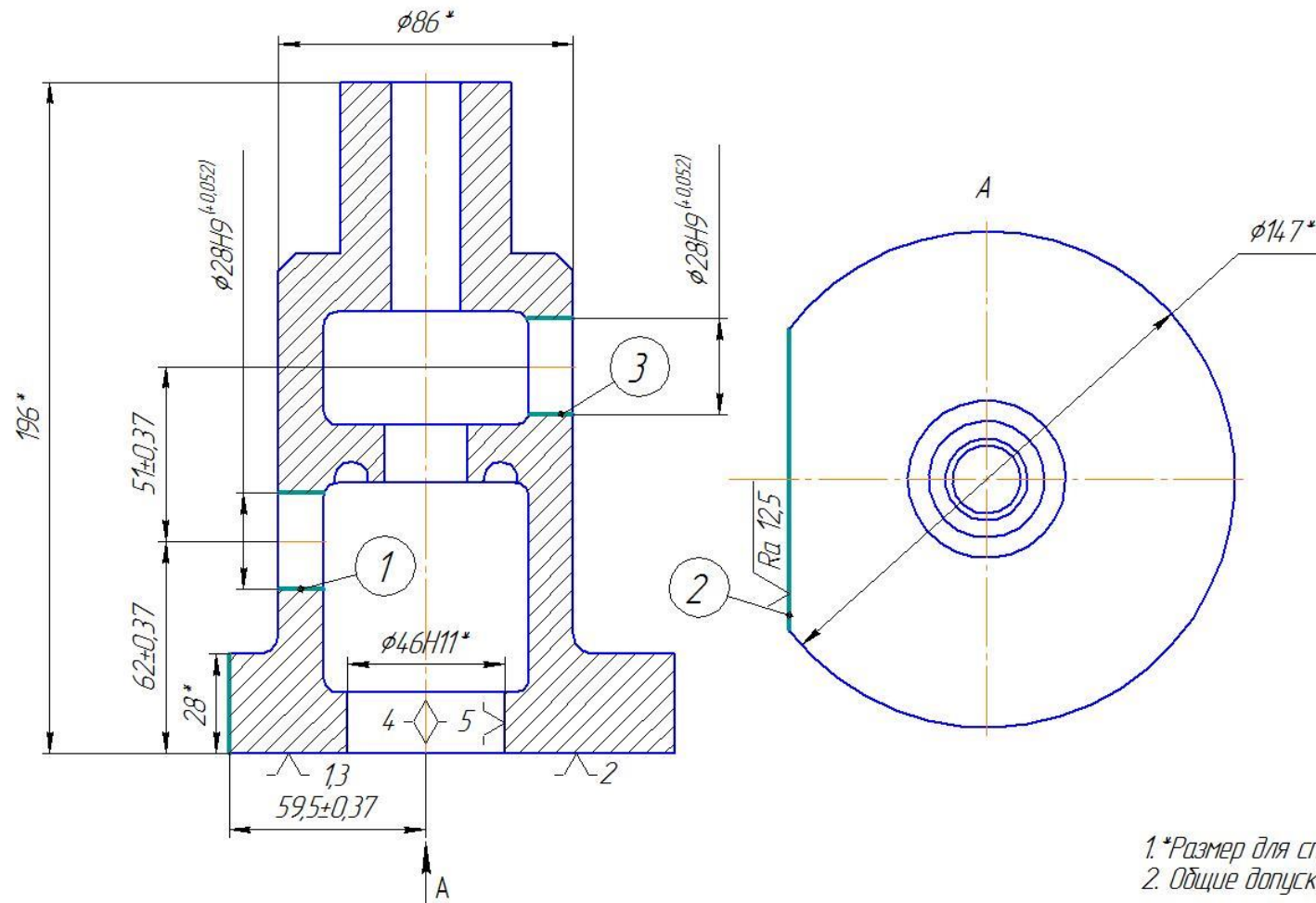
КТМ.000.001.001

Корпус малый

КП

045

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$



- 1.*Размер для справок
- 2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 H14, h14, ±IT14/2

КЭ

Карта эскизов

Приложение 9. Технологическая документация на деталь «Корпус»

ГОСТ 3.1105 – 84 Форма 2

<i>Дубл.</i>																					
<i>Взам.</i>																					
<i>Подп.</i>																					
																	24	1			
				<i>СПбПУ Петра Великого</i>			<i>КТМ.000.001.001 СБ</i>														
																	<i>Корпус</i>		<i>КП</i>		
<p><i>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</i> <i>На технологический процесс механической обработки</i></p>																					
<i>ТЛ</i>		<i>Титульный лист</i>																			

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.																
Взам																
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		
											7	1				
Разраб.	Кунарев Е.А.						СПДПУ			КТМ.000.001.001 СБ						
Проверил	Макараба Т.А.															
Принял																
Утвердил										Карпус						
Н.контр.																
<u>М.01</u>																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ				
<u>М.02</u>																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _{инт}	Т _{из}	Т _{инт}
А 03	005 Комплектация					ИОТ										
Б 04	Верстак слесарный															
А 05	Собрать детали: 1. КТМ.000.001.002 Фланец (Сталь 08Х18Н10Т); 2. КТМ.000.001.001 Карпус малый (Сталь 08Х18Н10Т)															
06																
А 07	010 Сварка															
Т 08	Сварить детали 1. КТМ.000.001.002 Фланец (Сталь 08Х18Н10Т); 2. КТМ.000.001.001 Карпус малый (Сталь 08Х18Н10Т) по техпроцессу сварки															
09	ИОТ															
А 10	015 0136 Дробеструйная															
Б 11	Дробеструйная камера					2	1			ИОТ						
О 12	Дробеструйить заготовку															
Т 13	ОБДЧК Дробь ГОСТ11964-81															
14																
А 15	020 0390 Технический контроль					ИОТ										
МК																

Дубл.																										
Взам.																										
Подл.																		Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
																							3			
																			КТМ.000.001.001 СБ							
<i>A</i>	<i>Цех</i>	<i>Уч.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер</i>	<i>Код, наименование операции</i>					<i>Обозначение документа</i>																
<i>Б</i>	<i>Код, наименование оборудования</i>					<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УТ</i>	<i>КР</i>	<i>КОИД</i>	<i>ЕН</i>	<i>ОП</i>	<i>К_{шт}</i>	<i>Т_{па}</i>	<i>Т_{шт.}</i>										
<i>к/м</i>	<i>Наименование детали, сб. единицы или материала</i>					<i>обозначение код</i>						<i>ОПП</i>	<i>ЕВ</i>	<i>ЕН</i>	<i>КИ</i>	<i>Нраск</i>										
<i>A 01</i>	040 0390 Технический контроль					ИОТ																				
<i>Б 02</i>	Плита контрольная					3				1																
<i>О 03</i>	Проверить качество наладки методом капиллярной дефектоскопии класс чувствительности - II																									
<i>04</i>																										
<i>A 05</i>	045 4233 Токарно-фрезерная с ЧПУ																									
<i>Б 06</i>	41001 Токарно-фрезерный центр СТХ beta 800 TC					2	15292			1																
<i>07</i>																										
<i>A 08</i>	050 4233 Токарно-фрезерная с ЧПУ																									
<i>Б 09</i>	41001 Токарно-фрезерный центр СТХ beta 800 TC					2	15292			1																
<i>10</i>																										
<i>A 11</i>	055 0200 Технический контроль					ИОТ																				
<i>Б 12</i>	Плита контрольная					5	18632			1	1	1	20	2,47												
<i>О 13</i>	Проверить размеры после операций 045, 050																									
<i>A 14</i>	Инструменты с операций 045, 050																									
<i>МК</i>																										

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.	Взам.	Подл.							Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		
													7		
<i>КТМ.000.001.001 СБ</i>															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _{шт}	Т _{па}	Т _{шт.}
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала				обозначение код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх
А 01	110 0172 Сушка														
О 02	Сушить деталь при $t=250-300$ °C в течение 40 минут.														
03															
А 04	115 0730 Испытания пневматические														
Б 05	Стенд для пневматических испытаний														
О 06	Провести испытание паром с давлением $P=667$ кгс/см ² , $T=300$ °C														
07															
А 08	120 0200 Технический контроль														
Б 09	Плита контрольная														
О 10	1. Внешний осмотр детали														
11	2. Проверка наличия клемм ОТК с предыдущих операций														
12															
МК															

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
															2
										КТМ.000.001.001 СБ					
<i>P</i>					<i>ПМ</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>			
<i>01</i>						мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин			
<i>02</i>	4. Контроль полученных размеров														
<i>03</i>	ШГ-150-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90; ШЦ-I-150-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;														
<i>04</i>															
<i>05</i>															
<i>06</i>															
<i>07</i>															
<i>08</i>															
<i>09</i>															
<i>10</i>															
<i>11</i>															
<i>12</i>															
<i>13</i>															
<i>14</i>															
<i>15</i>															
<i>OK</i>															

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

<i>Дубл.</i>														
<i>Взам.</i>														
<i>Подл.</i>														
										<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
														4
										<i>КТМ.000.001.001 СБ</i>				
<i>P</i>					<i>PM</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>		
<i>01</i>						мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин		
<i>T 02</i>	<i>Антивибрационный адаптер с CoroMant Carta на CoroTurn C6-SL-D 45E 313-32; Головка CoroTurn 107 для обратного растачивания SL-SDUCR-32-11XHP; Режущая</i>													
<i>T 03</i>	<i>пластина CoroTurn 107 DCMT 11 T3 12-MM 2220</i>													
<i>P 04</i>						№62	64	25	6	0.35	1000	165		
<i>05</i>														
<i>O 06</i>	<i>10. Точить канавку 13.</i>													
<i>T 07</i>	<i>Твердосплавная головка CoroCut для обработки канавок MB-09G100-00-14R 1025; Державка MB-E16R-42-09; Адаптер C5-131-00055-16</i>													
<i>P 08</i>						№76	1	1	1	0.2	1000	170		
<i>09</i>														
<i>O 10</i>	<i>11. Фрезеровать лыски 7,8,10,16.</i>													
<i>T 11</i>	<i>Торцевая фреза CoroMill 419-050022-14M; Режущая пластина для фрезы CoroMill 419R-1405E-MM 1130; Переходник C6-39105C-22 080</i>													
<i>P 12</i>						27	88	2	7	0.4 мм/зуб	3200	250		
<i>13</i>														
<i>O 14</i>	<i>12. Сверлить 4 отв. 9</i>													
<i>T 15</i>	<i>Сверло CoroDrill со сменной головкой 870-1700-17LX075-3; Сменная головка для сверла CoroDrill 870-1770-17-GR 4334; Переходник C6-A39123-19 066</i>													
<i>OK</i>														

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.												Изм		Лист		№ докум.		Подпись		Дата	
																		2			
												КТМ.000.001001 СБ									
<i>P</i>					<i>PM</i>	<i>D или B</i>		<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>s</i>		<i>n</i>	<i>v</i>							
<i>01</i>						мм		мм	мм	-	мм/об		об/мин	м/мин							
<i>P 02</i>						∅42		5	4.7	2	0.1		1200	165							
<i>03</i>																					
<i>0 04</i>	4. Расточить пов. 1, 8, точить фаски 3, 7.																				
<i>T 05</i>	Расточная оправка CoroTurn 107 для точения A16R-SCLCR 09-R; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CCMT 09 T3 12-MR 2220; Переходник C6-39132-16 112																				
<i>P 06</i>	Черновые проходы					∅30		64	2	2	0.3		2100	185							
<i>P 07</i>	Чистовой проход					∅30		64	1	1	0.25		2500	200							
<i>08</i>																					
<i>0 09</i>	5. Нарезать резьбу пов. 5.																				
<i>T 10</i>	Инструмент с хвостовиком CoroThread для точения резьбы 266RFA-2020-16; Режущая пластина CoroThread 266RG-16MM01F200E 1135; Переходник C6-ASHR-105-20HP																				
<i>P 11</i>						∅45		25	2.8	11	2		875	130							
<i>12</i>																					
<i>0 13</i>	6. Раскрепить, снять заготовку																				
<i>T 14</i>	Планшайба; Центроблик ∅60																				
<i>15</i>																					
OK																					

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.														Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
																3		
												<i>КТМ.000.001.001 СБ</i>						
<i>Р</i>						<i>ПМ</i>	<i>Д или В</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>					
<i>01</i>							<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>-</i>	<i>мм/об</i>	<i>об/мин</i>	<i>м/мин</i>					
<i>02</i>	<i>7. Контроль полученных размеров</i>																	
<i>03</i>	<i>ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89; 8113-0262 Калибр-скоба Ф40д11 ГОСТ 16775-93; ШГ-160-0,05 Штангенглубиномер ГОСТ 162-90; Шаблон канавочный;</i>																	
<i>04</i>	<i>8133-0939 Калибр-пробка Ф25Н8 ГОСТ 14810-69; 8133-0944 Калибр-пробка Ф30Н11 ГОСТ 14810-69; Шаблон фасочный 1x45°; 8211-0147 Кольцо М45x2-6г ПР ГОСТ 17763-</i>																	
<i>05</i>	<i>72; 8211-1147 Кольцо Ф45x2-6г НЕ ГОСТ 17764-72</i>																	
<i>06</i>																		
<i>07</i>																		
<i>08</i>																		
<i>09</i>																		
<i>10</i>																		
<i>11</i>																		
<i>12</i>																		
<i>13</i>																		
<i>14</i>																		
<i>15</i>																		
<i>OK</i>																		

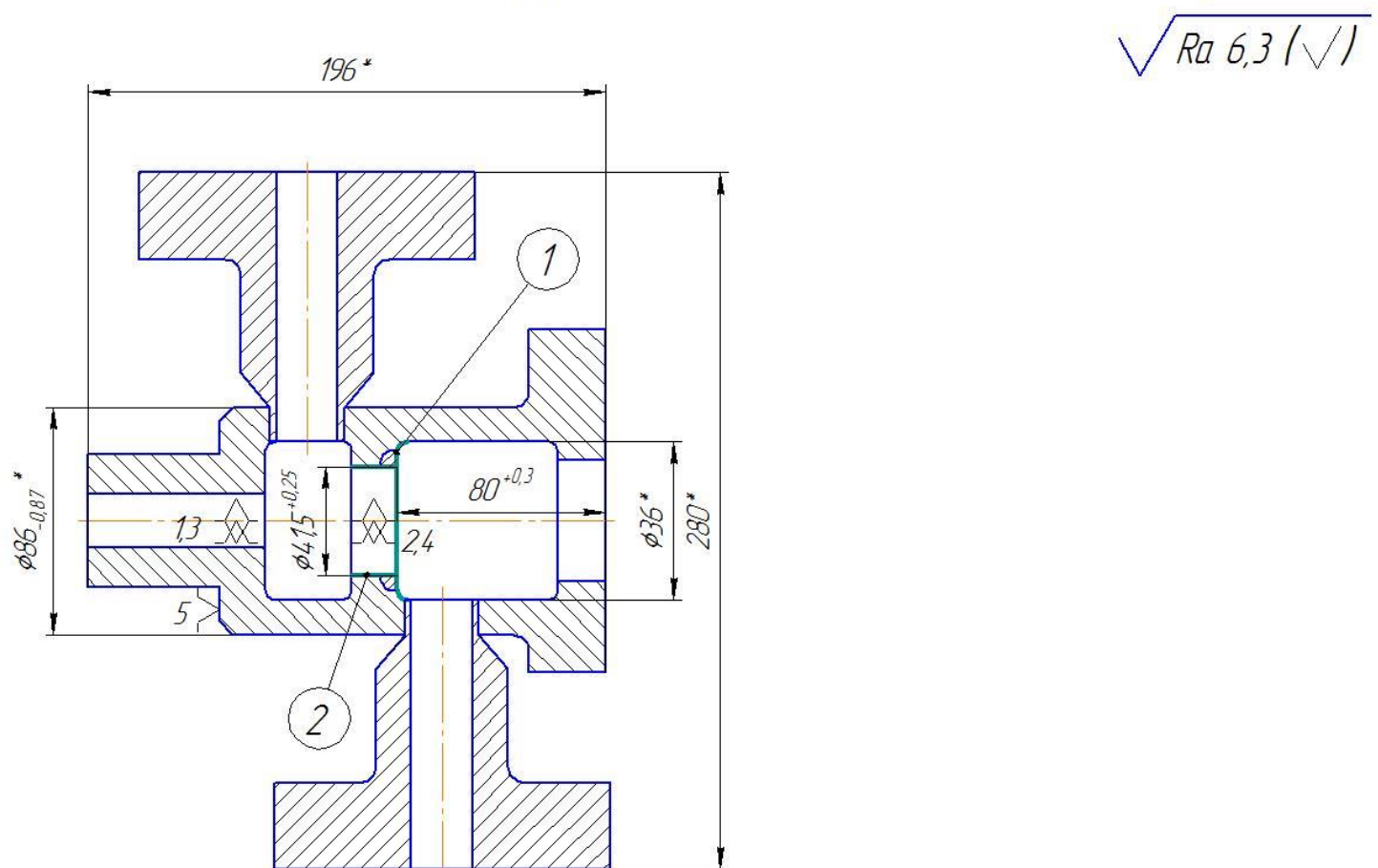
ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.														
Взам														
Подл.									Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
												3	1	
Разраб.	Кичарев Е.А.			СПДПУ Петра Великого	000.001.001 СБ									
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утвердил						Корпус						КП	60	
Н. контр.														
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЭ	КОИД			
Горизонтально-расточная с ЧПУ		08X18H10T ГОСТ 5632-2014		175...180 HB		6.2	272x192x125			-	1			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		T _о	T _з	T _{пз}	T _{шп}	СОЖ						
Горизонтальный обрабатывающий центр Trevisan DS300/70C		00001						3% раствор «Акватек стандарт»						
P		ПМ	D или B	L	f	i	s	p	v					
01			мм	мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин					
0 02	1. Установить, закрепить заготовку													
T 03	Центршпиль №50H9; Палец срезанный; Прижим; Стойка Trevisan DS300													
04														
0 05	2. Точить пов. 1, 2, 3, 6.													
T 06	Призматическая державка T-Max P для точения DCLNR 2525M 19; Режущая пластина T-Max P для точения CNMG 19 06 24-MR 2220; Переходник C6-ASHR-122-25HP													
P 07	Черновой проход		№125	30	2	1	0.26	1800	165					
P 08	Чистовой проход		№125	30	1	1	0.2	2500	215					
09														
0 10	3. Расточить отв. 4, 7, выдерживая размер №32H14													
T 11	Твердосплавная расточная оправка CoroTurn 107 E16R-SCLCR 09-R; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CCMT 09 T3 12-MR 2220; Переходник C6-39132-16													
OK														

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
											Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
															2			
											000.001.001 СБ							
<i>P</i>						<i>ПМ</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>					
01							мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин					
T 02	112																	
P 03							φ125	100	15	3	0,3	1800	185					
04																		
O 05	4. Точить по в. 7.																	
T 06	Расточная оправка CoroTurn 107 для точения A16R-SCLCR 09-R; Режущая пластина CoroTurn 107 для точения CCMT 09 T3 12-MR 2220; Переходник С6-39132-16 112																	
P 07							φ34	7	1	1	0,3	2100	185					
08																		
O 09	5. Фрезеровать площадки под заход сверла (4 отв. в φ18H14)																	
T 10	Фреза CoroMill RA390-016EH17-11M; Режущая пластина для фрезы CoroMill R390-11 T3 08M-MM S30T; Переходник С6-A391EH-20 049																	
O 11							φ16	16	2	1	0,3	1950	200					
12																		
O 13	6. Сверлить 4. отв. в.																	
T 14	Сверла со сменными пластинами CoroDrill 880-01800L25-02; Режущая пластина для сверла CoroDrill 880-03 03 W06H-P-MS 2044; Режущая пластина для сверла																	
T 15	CoroDrill 880-03 03 05H-C-LM 1144;																	
OK																		

				ГОСТ 31105-84		форма 7	
Дубль							
Взам.							
Подл.							Дата
							1
Разраб.	Кунаров Е.А.			СПбПУ		КТМ.000.001.001 СБ	
Пробер.	Макарова Т.А.			Корпус			
Н.контр.						030	



1.*Размер для справок
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 H14, h14, $\pm IT14/2$

ГОСТ 3.1105-84

форма 7

Дубль			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Разработ: Кичарев Е.А.
 Проверил: Макарова Т.А.

СППГЧ

КТМ.000.001.001 СБ

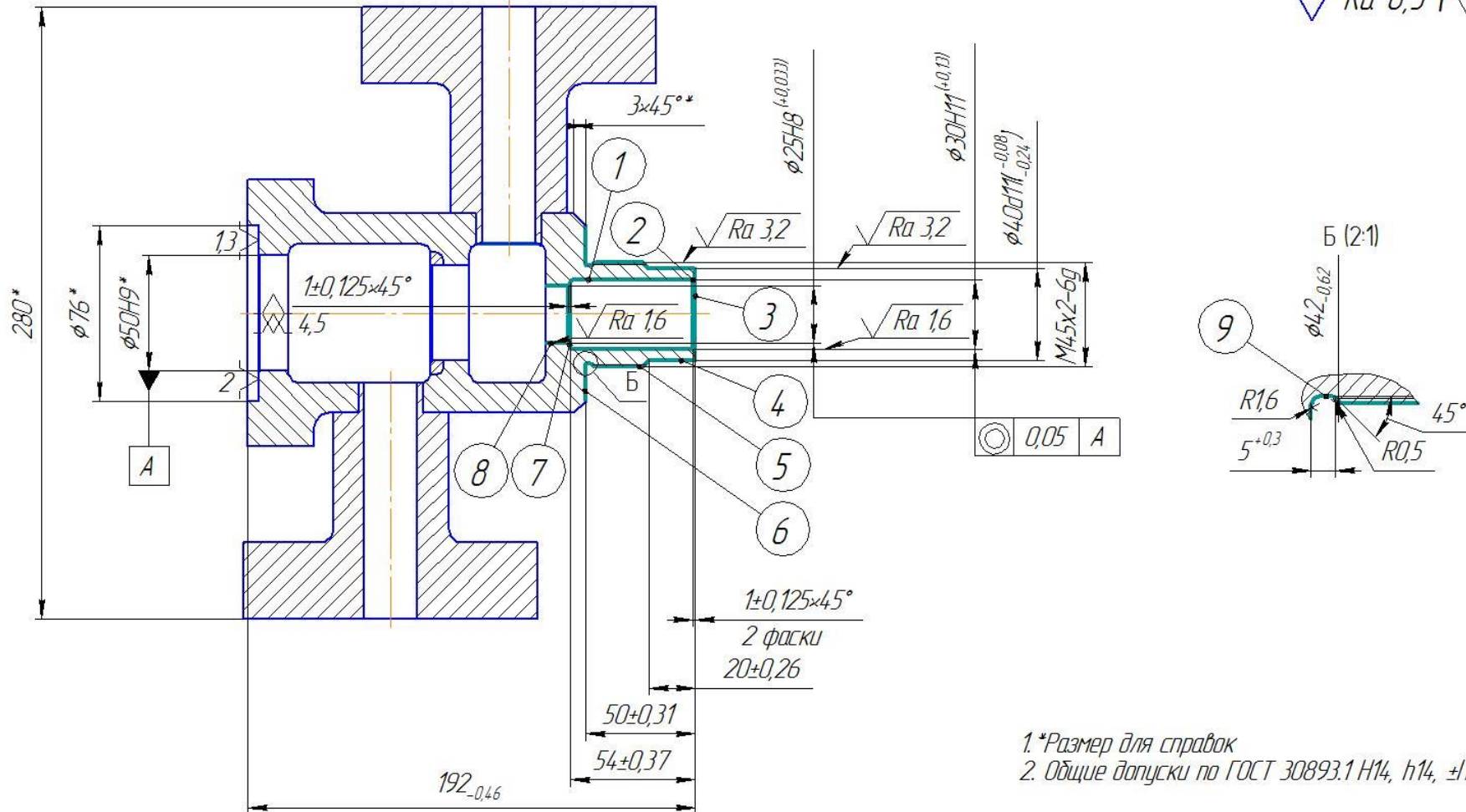
Н.контр.

Корпус

КП

050

$\sqrt{Ra 6,3}$ (✓)



1.*Размер для справок
 2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н14, h14, ±IT14/2

КЭ

Карта эскизов

ГОСТ 3.1105-84

форма 7

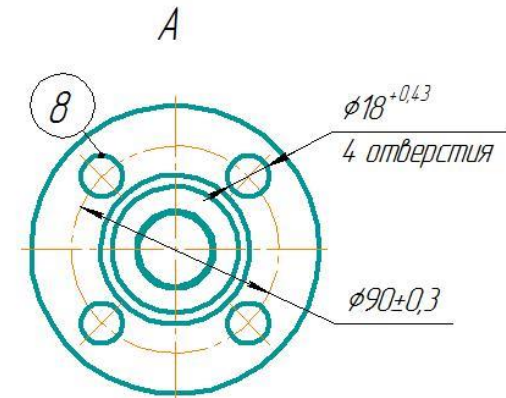
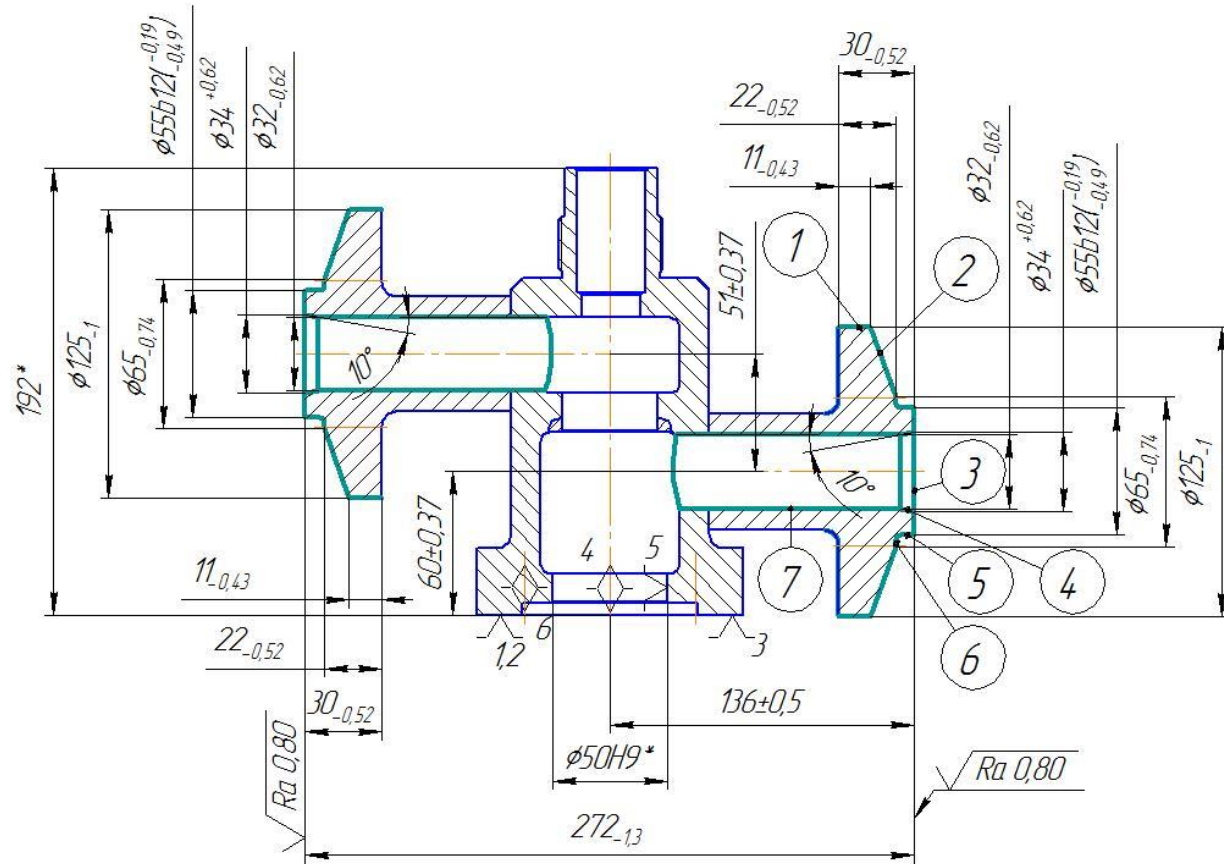
Дубль			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
			1	1

Разработ	Куняев Е.А.	СПДПУ	КТМ.000.001.001 СБ
Проектиров	Макарова Т.А.		

Н.контр.		Корпус	КП	060
----------	--	--------	----	-----

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



1*Размер для справок
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н14, h14, ±IT14/2

ГОСТ 3.1105-84 форма 7

Дир.л.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Разработ.	Кунарев Е.А.		
Провер.	Макарова Т.А.		
Н.контр.			

СП8ПЧ

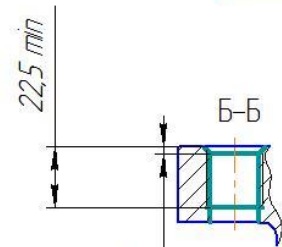
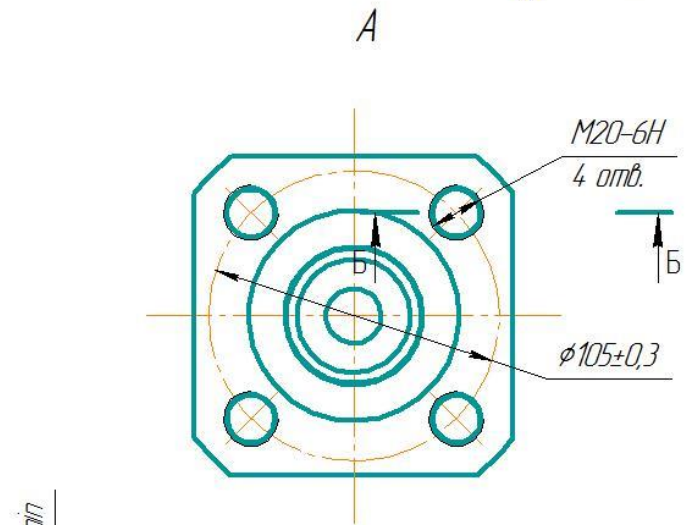
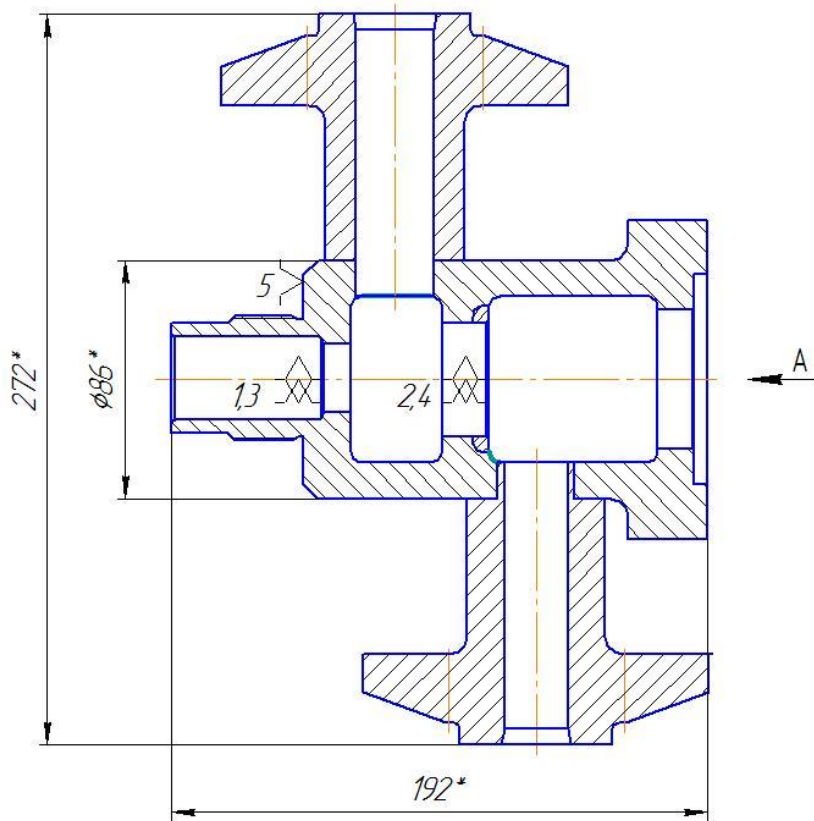
КТМ.000.001.001 СБ

Корпус

КП

080

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$



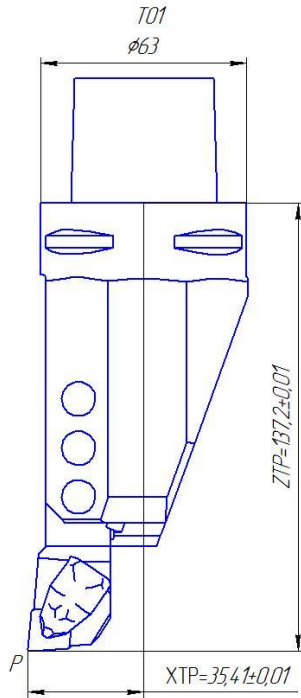
- 1. *Размер для справок
- 2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н14, h14, ±IT14/2

ГОСТ 3.1502-85 Форма 2

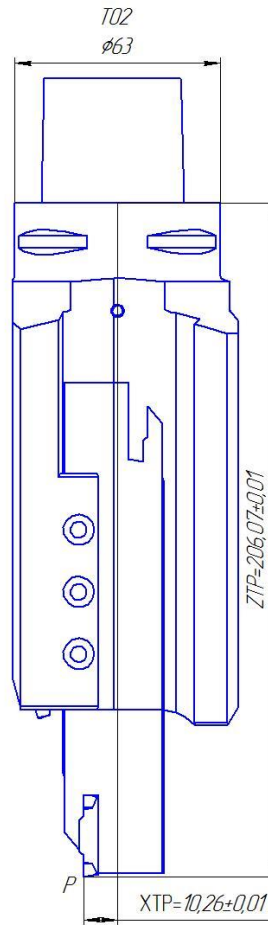
Дубл.														
Взам														
Подл.														
										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
													3	1
Разраб.	Кунарев Е.А.													
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утвердил														
Н. контр														095
СПДПУ										КТМ.000.001.001 СБ				
										Корпус				
Наименование операции										Наименование марки материала				МД
Наименование оборудования						T_o	T_s	Обозначение КОТ						
P	Контролируемые параметры				Код средств ТО			Наименования средств ТО				Объем и ПК	T_o / T_s	
01	1. $\Phi 50H9$				393120			8133-0962 Калибр-пробка $\Phi 50H9$ ГОСТ 14810-69						
02	2. $\Phi 25H8$				393120			8133-0939 Калибр-пробка $\Phi 25H8$ ГОСТ 14810-69						
03	3. $\Phi 30H11$				393120			8133-0944 Калибр-пробка $\Phi 30H11$ ГОСТ 14810-69						
04	4. $\Phi 42H11$				393120			8133-0956 Калибр-пробка $\Phi 42H11$ ГОСТ 14810-69						
05	5. $\Phi 62H14$							Штангенциркуль специальный 1-80						
06	6. $\Phi 32H14$				393311			ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89						
07	7. $\Phi 34h14$				393311			Штангенглубиномер ШГ-160-0,1 ГОСТ 162-90						
08	8. $\Phi 55h12$				393120			8113-0273 Калибр-скоба $\Phi 55h12$ ГОСТ 16776-93						
09	9. $\Phi 65h14$				393311			ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89						
10	10. $\Phi 125h14$				393311			ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89						
11	11. $\Phi 76H14$				393311			ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89						
ОК	Технический контроль													

ГОСТ 3.1502-85 Форма 2а

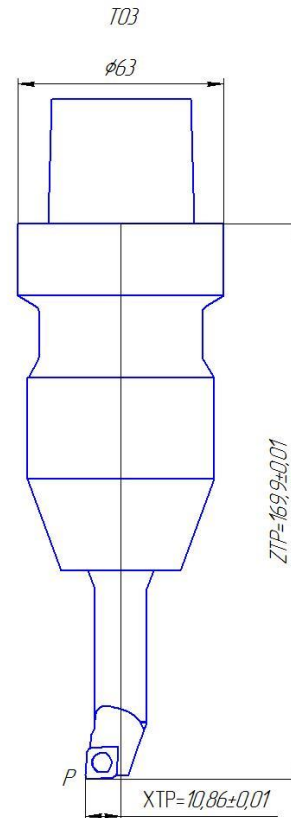
Дубл.															
Взам.															
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
														2	
														KTM.TM.021006.017	
P	Контролируемые параметры	Код средств ТО	Наименования средств ТО											Объем и ПК	T _с / T _с
01	12. $\phi 18H14$	393311	ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89												
02	13. M20-6H	393120	8221-3080 Пробка M20-7H ГОСТ 17758-72												
03	14. M45x2-6g	393120	8211-014.7 Кольцо M45x2-6g ПР и НЕ ГОСТ 17763-72;												
04	15. $10 \pm 1^\circ$	393140	Угломер ГОСТ 5378-88												
05	16. 30h14	393311	ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89												
06	17. 22h14	393311	ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89												
07	18. 11h14	393311	ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89												
08	19. 15h14	393311	ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89												
09	20. 5f14	393311	ШГ-160-0,05 Штангенглубинамер ГОСТ 162-90												
10	21. 795H11		Штангенинструмент специальный 1-80												
11	22. 129f14	393311	Штангенциркуль ШЦ-III-125-0,1 ГОСТ 166-89												
12	23. 35H14		Штангенциркуль специальный 1-70												
13	24. 54f14	393120	Калибр-пробка H14 ГОСТ 14810-69												
14	25. 20f14	393311	ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89												
15	26. 50f14	393311	ШЦ-I-160-0,05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89												
16	27. $\phi 105 \pm 0.3$		Калибр для контроля расположения отверстий												
17	28. $\phi 90 \pm 0.3$		Калибр для контроля расположения отверстий												
OK	Технический контроль														



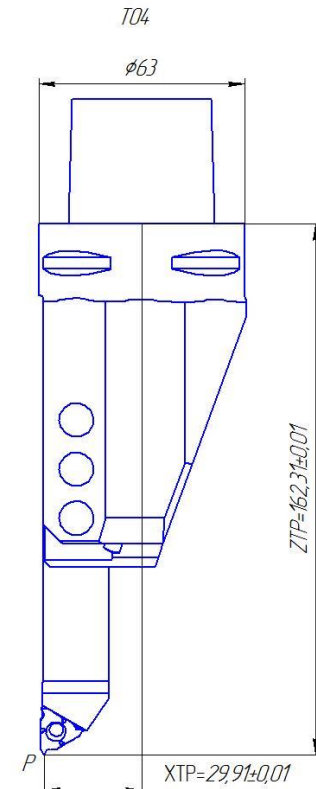
Призматическая державка T-Max P для точения DCLNR 2020K 12
 Режущая пластина T-Max P CNMG 12 04 08-MR 2220
 Переходник C6-ASHR-105-20HP



Отрезное лезвие CoroCut 1-2 N123455-25A
 Режущая пластина CoroCut 1-2
 для обработки канавок N12342-04 70-0005-GF 1125
 Переходник C6-APBR-160-25HP



Распашная оправка CoroTurn 107 для точения A16R-SCLR 09-R
 Режущая пластина CoroTurn 107 для точения COMT 09 T3 12-MR 2220
 Переходник C6-39132-16 112



Инструмент с хвостовиком CoroThread для точения резьбы 266RFA-2020-16
 Режущая пластина CoroThread 266RF-16M101F200E 1135
 Переходник C6-ASHR-105-20HP

Непосредственно на станке использовать беспроводной щуп Renishaw для установки нуля детали

Имя № листа / Лист и дата / Лист и дата / Лист № докум / Лист и дата / Лист и дата

<i>Дубл.</i>										
<i>Взам.</i>										
<i>Подп.</i>										

								5	1
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

		<i>СПбПУ Петра Великого</i>	<i>КТМ.000.001.002</i>						
							<i>Фланец</i>	<i>КП</i>	

*КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
 На типовой технологический процесс
 сборки и сварки*

<i>ТЛ</i>	<i>Титульный лист</i>
-----------	-----------------------

Дубль			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Кунарев Е.А.		
Провер.	Макарова Т.А.		

СПбГУ

000.000.001 СБ

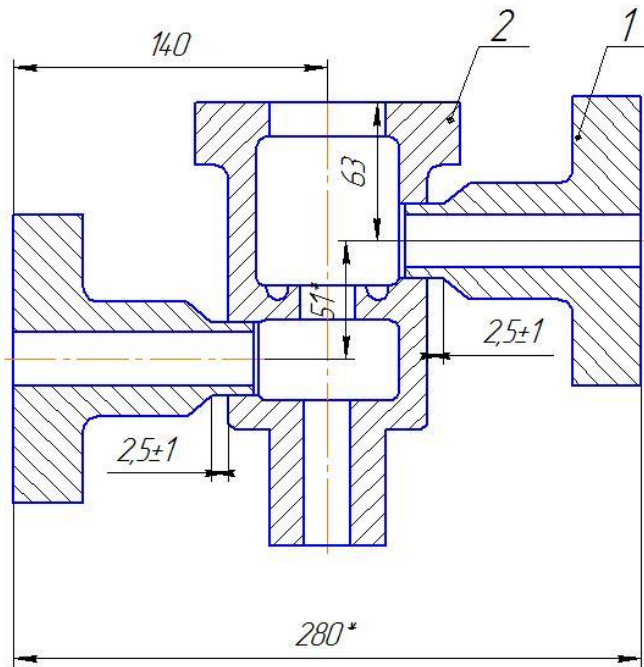
Н.контр.			
----------	--	--	--

Корпус

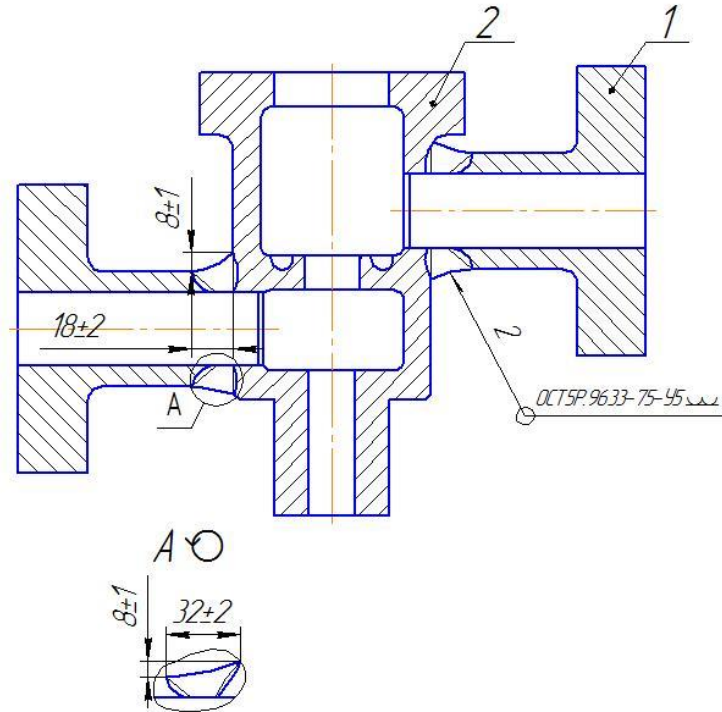
КП

Эскиз №1

До сварки

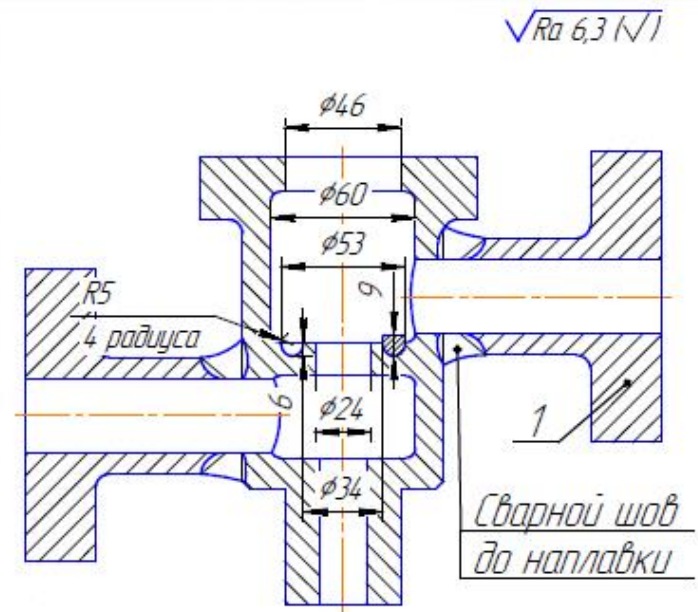


После сварки



Наименование и код оборудования	ЭММ	Авт. цех	Авт. цех	Авт. цех	Авт. цех	ОСТР.9937-84
	Номер инструкции на наплавку					

КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАПЛАВКИ		КТМ.000.001001 СБ			
--	--	-------------------	--	--	--



Обработка под наплавку ЦН-2 и наплавка

08Х18Н10Т

ОСОБЫЕ УКАЗАНИЯ

1. Наплавку и контроль производить в соответствии с ОСТР.9937-84.
2. Наплавку выполнять после приварки Фланцев поз.1 (2шт).
3. Произвести предварительный и сопутствующий подогрев при наплавке (600-800)°С.
4. После окончания наплавки выполнить термообработку при (850-870)°С, не допуская охлаждения детали после наплавки.
5. Капиллярный контроль цветным методом проводить дважды - на предварительно обработанной уплотнительной поверхности с припуском 0,5мм и после окончательной мехобработки.
6. Твердость наплавленного слоя по ОСТР.9937-84 не менее НRC 40-50.
7. * Размеры для справок.

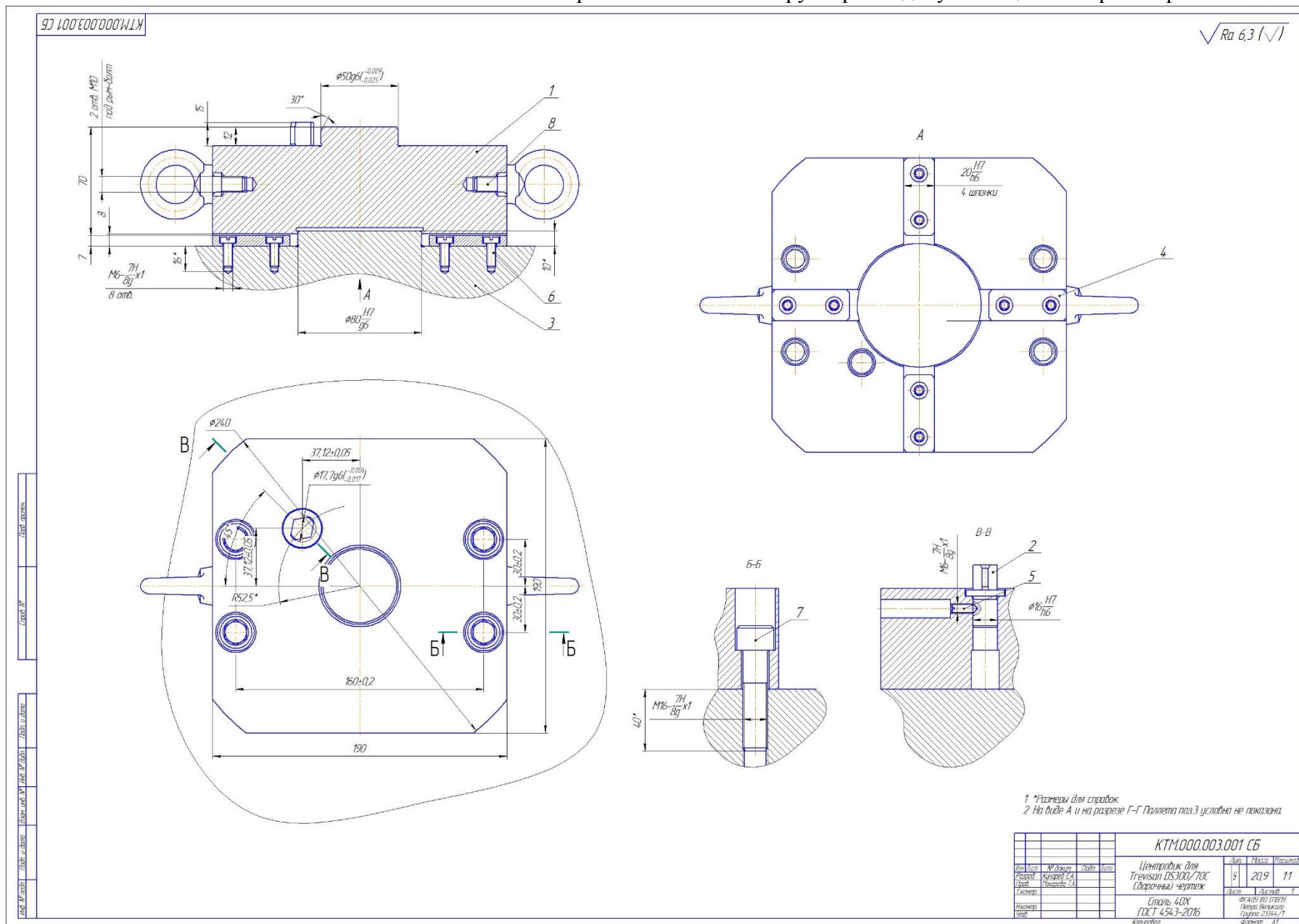
Марка стали	Марка электродов	Температура печи при загрузке наплавленным деталям, °С	Режим термической обработки			НRC
			Температура, °С	Время выдержки после подгрева, ч	Режим охлаждения	
08Х18Н10Т	ЦН-2	не ниже 500	850-870	2±0,5ч	в печи до температуры не выше 302°С	40-50

НАИМЕНОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	КОД ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	Сварочные материалы				коэф. илун. фремени	кач. работ	количество одноразовых наплавки детали	код тарир-ной сетки	Тп. 3
		Код наименование марка	диаметра	высоты наплавки мм	расход					
Элечь	Н-45 или Н-60	ЦН-2	6	(кг)	0,4					
Ст. щетка ПРП		Допускается замена на прутки ВЗК								
Ожи										
Щиток	ЩЗУ-1	Ацетон		(кг)	0,1					
Клещи 1200-0302	ГОСТ 11386-75									
Кляка	НР 6625-75	Бязь		(м)	0,05					
Зубило	ГОСТ 7211-80									
ЩЦ-1-200-0,01	ГОСТ 166-80									
Стал	Цеховой									

Номер операции	Содержание перехода технического контроля	Измерительный инструмент (код, наименование)	Объем контроля
1	Контроль сварочных материалов		100
2	Контроль деталей перед наплавкой	ВШД-1-200-0,01	100
3	Контроль режима подгрева деталей	Термомет-16С5	100
4	Контроль режима наплавки	Амперметр, вольтметр	100
5	Контроль режима термообработки	Термомет-16С5	100
6	Контроль наплавки веземим аснатором	Лупа 5 кратная	100
7	Контроль размеров детали после наплавки	ВШД-1-200-0,01	100
8	Капиллярный контроль методом цветной дифференциации провести после предварительной мехобработки, класс чувствительности II, оценка качества по ОСТР.9937-84	ОСТР.9937-84	100
9	Контроль абразива наплавки	ОСТР.9937-84	100
10	Капиллярный контроль методом цветной дифференциации провести после окончательной мехобработки, класс чувствительности II, оценка качества по ОСТР.9937-84	ОСТР.9937-84	100

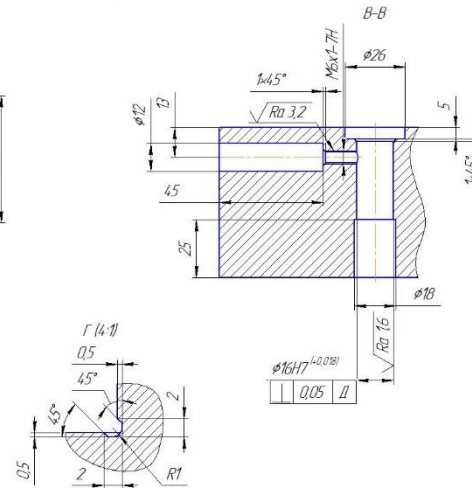
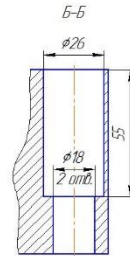
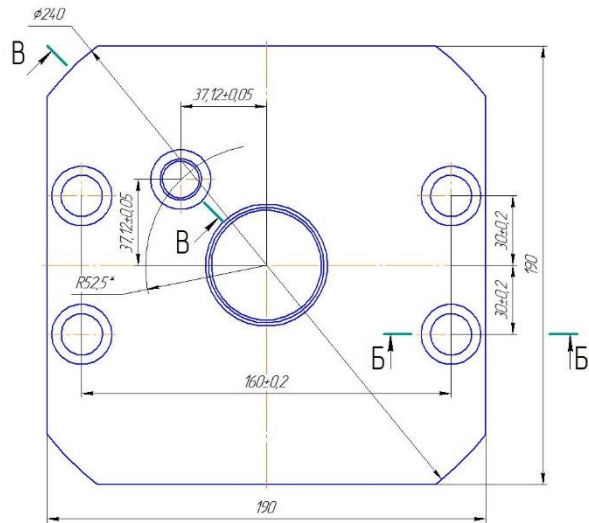
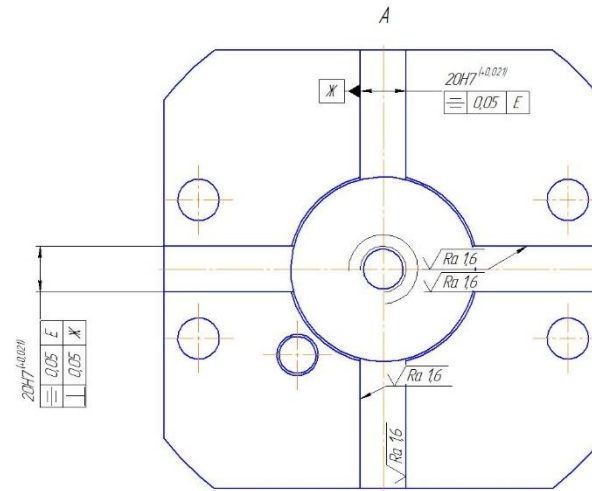
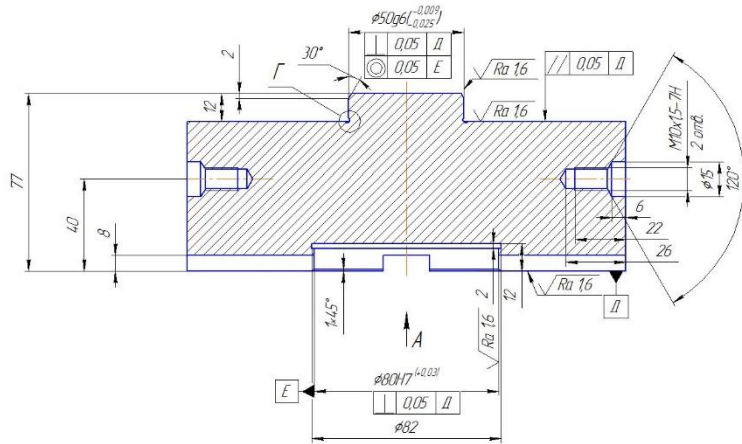
Разработ	Кунарев Е.А.									Лист
Провер	Макарова Т.А.									1
Согласов.										ЛИСТ
Н. Контр.										1
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	Утверд.

Приложение 10. Конструкторская документация на спроектированное УЗП



√ Ra 6,3 (√)

КТМ.000.003.001



- 1 НРС 30.35
- 2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н14, Н16, ±Н14/2
- 3 Размеры для справок
- 4 Острые кромки притупить фаской 1x45°
- 5 Покрытие: хим. окс. по ГОСТ 9.306-85

КТМ.000.003.001				Центровик		
Изм.	Вып.	Лист	Исх.	Лист	Масштаб	Число
1	1	1	1	1	1:3	11
Изготовитель: ООО "Центровик" Адрес: г. Челябинск, ул. Мухоморова, д. 11 Контакт: +7 (351) 261-11-11				Материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 Категория: 11		

ИЗМ. № 002 | ДИСТ. Ц. 000001 | ДИСТ. Ц. 000001 | ДИСТ. Ц. 000001 | ДИСТ. Ц. 000001 | ДИСТ. Ц. 000001 | ДИСТ. Ц. 000001 | ДИСТ. Ц. 000001

КТМ.000.003.002

√ Ra 6,3 (√)

Перв. примен.

Справ. №

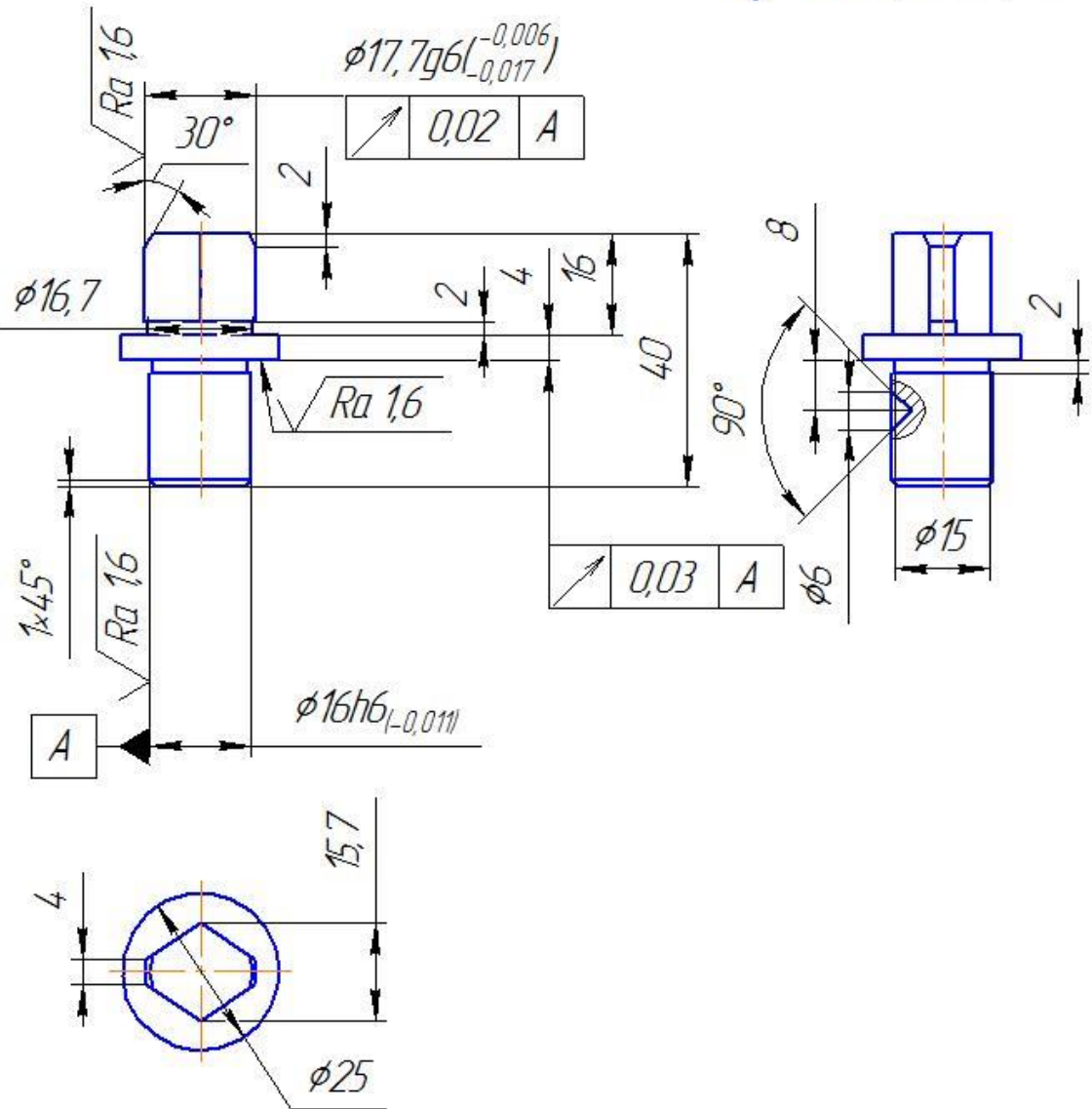
Подп. и дата

Инд. № дроб.

Взам инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



- 1 HRC 40..45.
- 2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 H14, h14, ±IT14/2.
- 3 Покрытие: хим. окс. прм. ГОСТ 9.306-85.

КТМ.000.003.002

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кунарев Е.А.		
Пров.		Макарова Т.А.		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Палец
срезанный

Сталь 40X
ГОСТ 4543-2016

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,1	1:1
Лист	Листов 1	
ФГАОУ ВО СПбПУ Петра Великого Группа 23344/1 Формат А4		

Инв. №	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					<u>Документация</u>		
	A1			<i>КТМ.000.003.001 СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		
Строч. №					<u>Детали</u>		
	A1	1		<i>КТМ.000.003.001</i>	<i>Центровик</i>	1	
	A4	2		<i>КТМ.000.003.002</i>	<i>Палец срезанный</i>	1	
		3			<i>Паллета Trevisan DS300</i>	1	
	A4	4		<i>КТМ.000.004.003</i>	<i>Шпонка</i>	4	
					<u>Стандартные изделия</u>		
		5			<i>Винт М6-8дх16</i> <i>ГОСТ 1476-93</i>	1	
		6			<i>Винт М6-8дх16</i> <i>ГОСТ 1491-80</i>	8	
Подп. и дата		7			<i>Винт М16-8дх90</i> <i>ГОСТ 11738-84</i>	4	
		8			<i>Рым-болт М10</i> <i>ГОСТ 4551-73</i>	2	
Инв. №	Взам инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КТМ.000.003.001			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.		Кунарев Е.А.			Лист	Лист
	Проб.		Макарова Т.А.			1	Листов
	Н.контр.					1	
	Утв.					ФГАОУ ВО СПбПУ Петра Великого Группа 23344/1	
<i>Центровик для Trevisan DS300/70C</i>						Формат А4	

Копировал

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дудл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

КТМ.000.004.001

√ Ra 6,3 (√)

Шпонка

Сталь 40Х
ГОСТ 4543-2016

Копировал

КТМ.000.004.001

Лит.	Масса	Масштаб
4	0,1	1:1
Лист		Листов 1

ФГАОУ ВО СПбПУ
Петра Великого
Группа 23344/1
Формат А4

1 HRC 40...45.
 2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 H14, h14, ±IT14/2.
 3 Острые кромки притупить фаской 1x45°.
 4 Покрытие: хим. окс. прм. ГОСТ 9.306-85.

