

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГУОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет техники и технологии
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ТМСИ,
к.т.н., доцент
_____ А.В. Бобылев
_____ 2019 г.

Разработка участка механической обработки детали «Гайка»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.03.05.2019.001.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Строительный раздел
к.т.н., доцент
_____ Е.Н. Гордеев
_____ 2019 г.

Руководитель работы,
д.т.н., доцент
_____ И.П. Дерябин
_____ 2019 г.

Безопасность жизнедеятельности
к.т.н., доцент
_____ А.В. Бобылев
_____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы ФТТ-401
_____ П.А. Булатов
_____ 2019 г.

Нормоконтролер,
к.т.н., доцент
_____ И.Н. Миронова
_____ 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой

_____/Бобылев А.В./

_____2019 г.

1.1 ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента(ки)

Группа _____

1. Тема работы Участок механической обработки детали «Гайка»
утверждена приказом ректора университета от «25» апреля 2019 г. № 899
2. Срок сдачи студентом законченной работы «08» июля 2019 г.

3. Исходные данные к работе

3.1 Чертеж детали

3.2 Существующий технологический процесс изготовления детали

3.3 Годовая программа выпуска деталей – 35000

3.4 Материалы преддипломной практики

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Анализ исходных данных.

Анализ чертежа детали. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел.

Анализ технологичности детали. Анализ существующего технологического процесса. Разработка предлагаемого варианта технологического процесса. Выбор способа получения заготовки. Выбор технологического оборудования. Формирование операционно – маршрутной технологии проектного варианта. Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса. Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса. Выводы по разделу

4.3 Конструкторский раздел.

Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки. Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента. Разработка приспособления для контроля радиального биения.

4.4 Строительный раздел.

Определение количества оборудования и работающих. Расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Выбор способа транспортирования стружки. Планировка оборудования. Выбор типа, формы и определение размеров здания. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности.

Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда. Мероприятия по электробезопасности. Мероприятия по пожарной безопасности

4.6 Экономический раздел.

Расчет себестоимости изготовления детали. Выводы

Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1 Чертеж детали (Гайка)	0,5 л
2 Чертеж заготовки	0,5 л
3 Размерный анализ	1,0 л
4 Аналитический выбор станочного приспособления	1,0 л
5 Плакат инструментальной оснастки	0,5 л
6 Приспособление для контроля радиального биения	1,0 л
7 Планировка участка	1,0 л
Всего __ листов	

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный			
Безопасность жизнедеятельности			

7 Дата выдачи задания _____

Руководитель _____
(ФИО)

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

Студент-дипломник _____
(ФИО)

(подпись)

АННОТАЦИЯ

Булатов П. А. Разработка участка механической обработки детали «Гайка»: Выпускная квалификационная работа – филиал ЮУрГУ (НИУ) в г. Златоусте, ФТТ-401, 74 с., 27 ил., 11 табл., библиогр. список – 7 наим., 1 прил., 15 листов карт техпроцесса

Дипломный проект выполнен с целью разработки участка механической обработки детали «Гайка».

В дипломном проекте анализ чертежа детали, действующий технологический процесс и применяемое в нем технологическое оборудование, оснастка и режущий инструмент.

Разработан проектный вариант технологического процесса с использованием станков с числовым программным управлением. Выбран способ получения заготовки – литье по выплавляемым моделям. Выбрана технологическая оснастка и режущий инструмент. Спроектировано приспособление для контроля радиального биения

Разработана планировка участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса. Рассмотрены мероприятия по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности, а так же мероприятия по пожарной безопасности.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Булатов П.А.			Разработка участка механической обработки детали «Гайка»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Дерябин И.П.					7	74
<i>Реценз.</i>						Филиал ЮУрГУ (НИУ) в г.Златоусте Кафедра ТМСИ		
<i>Н. Контр.</i>		Миронова И.Н.						
<i>Утверд.</i>		Бобылев А.В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	12
1.1 Анализ чертежа детали.....	12
1.2 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.....	13
1.3 Задачи проектирования	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	15
2.1 Анализ технологичности детали	15
2.2 Анализ существующего технологического процесса	16
2.3 Разработка предполагаемого варианта технологического процесса изготовления детали « Гайка ».....	17
2.3.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	17
2.3.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.....	19
2.3.3 Формирование операционно – маршрутной технологии проектного варианта	21
2.3.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса	23
2.3.5 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса.....	30
2.3.6 Выводы по разделу	40
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	41
3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.....	41
3.1.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки	41

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

3.2	Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента	44
3.2.1	Выбор токарного инструмента	45
3.3	Разработка приспособления для контроля радиального биения.....	49
4	СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	52
4.1	Проектирование участка механической обработки детали	52
4.2	Расчет площади склада заготовок	54
4.3	Расчёт площади склада деталей.....	55
4.4	Выбор способа удаления стружки.....	55
4.5	Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	56
4.6	Выбор габаритных размеров и расчет поперечных размеров колонн.....	56
4.7	Выбор покрытия кровли.....	57
4.8	Выбор покрытия фундамента	57
4.9	Выводы по разделу	59
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	60
5.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда	60
5.1.1	Вибрация, возникающая при работе оборудования.....	60
5.1.2	Смазывающе-охлаждающая жидкость, применяемая в техпроцессе.....	60
5.1.3	Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда Нормируемые параметры микроклимата и способы создания их оптимальных величин	61
5.1.4	Мероприятия, проводимые при использовании СОЖ.....	62
5.1.5	Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности.	62
5.1.6	Мероприятия по безопасной эксплуатации режущего инструмента.....	63
5.2	Мероприятия по электробезопасности	63
5.3	Мероприятия по пожарной безопасности	65
5.3.1	Оценка пожарной опасности участка	66

5.3.2	Перечень причин возникновения пожара на участке	66
5.3.3	Мероприятия, предупреждающие пожар на участке	66
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	67
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	73

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение призвано создавать современную технику и технологию для собственных нужд и затем на этой основе обеспечивать производство новейшей техники для всех остальных отраслей народного хозяйства, что и позволит, в конечном итоге осуществить её реконструкцию

Цель работы – проектирование участка механической обработки гайки.

Задачи работы: изучить действующую технологию по изготовления гайки, определить проблемы изготовления, разработать технологический процесс изготовления гайки.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

2.1 Анализ чертежа детали

На предприятии АО «Златмаш» был получен конструкторский чертеж детали гайка (рисунок 1). Так как деталь изготавливается для сторонней организации, сведения об узле и назначении детали отсутствуют.

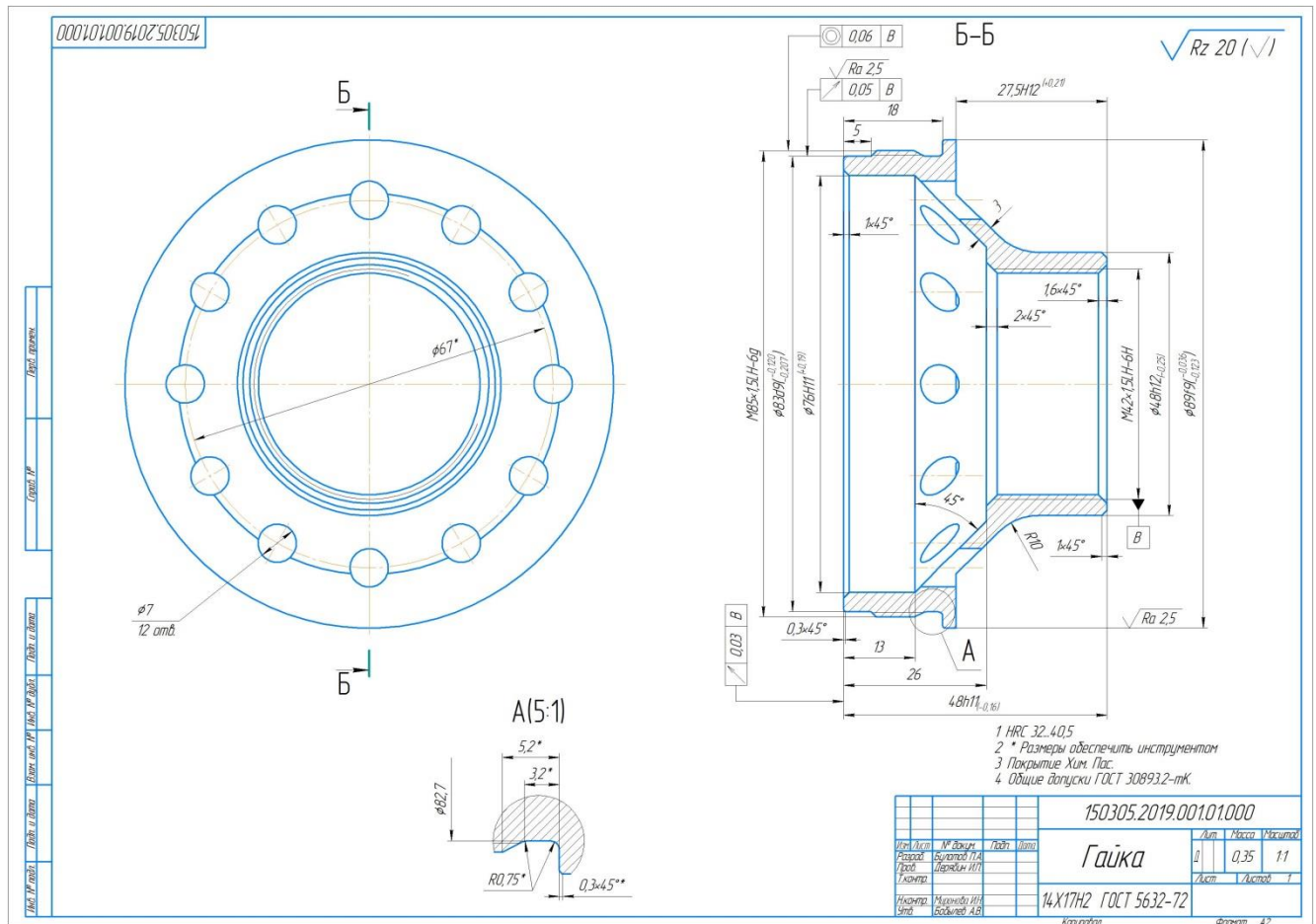


Рисунок 1 – Конструкторский чертеж детали

Деталь изготовлена из легированной конструкционной легированной стали 14X17H2 ГОСТ – 5949 – 75, химический состав которой представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 30ХМА

Элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu	Fe
Содержание, %	0,14	0,8	0,8	2	0,025	0,03	17	0,2	0,3	97

Большинство поверхностей гайки имеет значение параметра шероховатости $Rz 20$ мкм, важные контактные поверхности выполнены с $Ra 2.5$ мкм. Наибо-

					Лист
15.03.05.2019.001.00 ПЗ					12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

лее точными размерами являются цилиндрические поверхности $\varnothing 89f9_{(-0,123)}^{-0,036}$ и $\varnothing 83d9_{(-0,207)}^{-0,120}$.

На чертеже имеются допуски радиального биения 0,05 мм на самый точный диаметральный размер и торцевого 0,03 мм с базовой внутренней резьбовой поверхностью. Допуск соосности наружной резьбы относительно внутренней.

2.2 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения

В настоящее время отечественные и зарубежные передовые технологии ни в чем не уступают друг другу, так как машиностроение в XXI является материальной базой для реализации научно-технического прогресса всех передовых стран мира. От уровня развития машиностроения и от степени совершенства машин в значительной степени зависит производительность общественного труда и благосостояния народа, поэтому развитие инновационной сферы машиностроения так важно для всех стран.

Новые технологии и решения, активно применяющихся в отечественном и зарубежном производстве, следующие: электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка, электрохимическая обработка, лазерная обработка, обработка токами высокой частоты, метод индукционного нагрева материалов, нанотехнологии (наноструктурированные материалы различного назначения; тонкие пленки, приповерхностные слои, гетероструктуры; фуллерены, фуллериты, нанотрубки на их основе; технология нанесения нано-покрытий на металлорежущие инструменты с целью повышения их характеристик), технология финишной обработки поверхностей заготовок с применением высокоточных прецизионных станков, замена СОЖ на устройство охлаждения ионизированным воздухом и др.

Рассмотрим более подробно как обстоят дела в отечественном машиностроении. В последнее время в России ежегодно разрабатывается около 300 проектных технологических процессов обработки для деталей различных классов. Из числа созданных за последние пять лет около 12% не имеет аналогов в мире и столько же соответствует лучшим зарубежным образцам. Более четверти общего числа созданных за последние пять лет новых технологических процессов маши-

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

ностроения приходится на станкостроение и инструментальное производство. Кроме того, создано значительное число новых технологий в области конструкционных материалов, заготовительного производства, сварки, модификации поверхностей, а также специальных видов технологий.

Основной целью развития машиностроительной отрасли России в ближайшее время является обеспечение растущего спроса на её высококачественную продукцию на внутреннем и мировом рынках на основе ускоренного инновационного обновления отрасли, повышения её экономической эффективности, экологической безопасности, ресурсо- и энергосбережения, конкурентоспособности продукции.

2.3 Задачи проектирования

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование участка механической обработки детали для условий современного конкурентно способного производства.

В соответствии с этим, нужно выполнить ряд задач:

1. Разработать проектный технологический процесс изготовления гайки
2. Выбрать станочное приспособление
3. Выбрать режущий инструмент
4. Спроектировать контрольное приспособление
5. Разработать планировку расстановки оборудования
6. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности
7. Определить ориентировочную себестоимость.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Анализ технологичности детали

Качественная оценка технологичности изделия дается при помощи таких характеристик как «хорошо – плохо», «технологично – нетехнологично» и приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Качественная оценка технологичности детали

№	Критерий оценки	Значение/Показатель/Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
1	Унифицированность элементов форм детали.	Все элементы унифицированы	Технологично.
2	Простота формы детали	Форма простая	Технологично
3	Возможность обработки максимального количества поверхностей детали за один установ	Большинство поверхностей детали возможно обработать за один установ	Технологично
4	Доступность поверхностей детали для обработки	Все поверхности легкодоступны	Технологично
5	Наличие труднообрабатываем. поверхностей детали	Поверхности детали легко обрабатываются. Имеются отверстия с наклонным входом и выходом	Технологично
6	Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Все базы можно совместить	Технологично
7	Обеспечение конструкции детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Конструкция обеспечивает нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Технологично
8	Возможность достижения наиболее точных размеров детали на основном оборудовании	На основном оборудовании возможно получить самый точный диаметральный размер $\varnothing 89 f9 \begin{pmatrix} -0,036 \\ -0,123 \end{pmatrix}$	Технологично
9	Минимальная номенклатура режущего инструмента необходимая для обработки всех поверхностей детали при обеспечении заданной точности и шероховатости.	Номенклатура режущего инструмента минимально-необходимая.	Технологично

Окончание таблицы 12

№	Критерий оценки	Значение/ Показатель/ Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
10	Высокая обрабатываемость основного материала.	Режущий инструмент обеспечивает обрабатываемость основного материала.	Технологично
11	Возможность обработки детали универсальным режущим инструментом.	Все поверхности детали можно обработать стандартным режущим инструментом	Технологично.
12	Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании.	Минимально заданную шероховатость (Ra 2,5) можно получить на токарном станке.	Технологично
13	Наибольший коэффициент использования материала.	Коэффициент использования материала для предполагаемого метода получения заготовки достаточно высок	Технологично.

По результатам анализа можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

3.2 Анализ существующего технологического процесса

Существующий технологический процесс представлен в виде маршрутных и операционных карт, эскизы, режимы резания и нормирование отсутствует.

В качестве заготовки используется горячекатаный прокат диаметром 90 мм обычной точности с коэффициентом использования материала 0,013, что говорит об огромном расходе материала в стружку.

Основное применяемое оборудование это токарный станок с ПУ 10a20ф3с43, обработка на котором занимает больше времени, чем на современных станках с ЧПУ. Так же появляется необходимость в высококвалифицированных рабочих.

В ходе обработки детали используются в основном стандартные приспособления, что уменьшает себестоимость продукции, так как пропадает необходимость в разработке и создании специальных приспособлений.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

В качестве режущего инструмента используется в основном стандартные цельные резцы и сверла, которые необходимо перетачивать, затрачивая на это время, но они относительно дешевые.

В качестве измерительного инструмента используются универсальные средства измерения (штангенциркули, микрометры, штативы), точность которых удовлетворяют требованиям, заданным на чертеже. Для контроля резьбы используются стандартные калибры, которые ускоряют процесс, так как резьба имеет относительно большое количество параметров (шаг, диаметры вершин и впадин, средний диаметр).

Выводы:

- неудачно подобрана заготовка, т.к. $KIM=0,013$, следовательно, необходимо менять способ ее получения;
- отсутствие операционных эскизов и режимов резания усложняют задачу рабочему персоналу;
- изготовление детали разбито на множество простейших операций с использованием в основном универсальных станков. Из-за этого время изготовления одной детали увеличивается, следовательно, необходим выбор нового оборудования для интеграции операций;
- большая номенклатура режущего и измерительного инструмента.

3.3 Разработка предполагаемого варианта технологического процесса изготовления детали « Гайка ».

3.3.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.

В действующем технологическом процессе заготовка получается из круглого проката. Главным недостатком этого метода является большой расход материала. Чтобы увеличить коэффициент используемого материала, заготовка должна по форме быть приближена к готовой детали (рисунок 2).

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

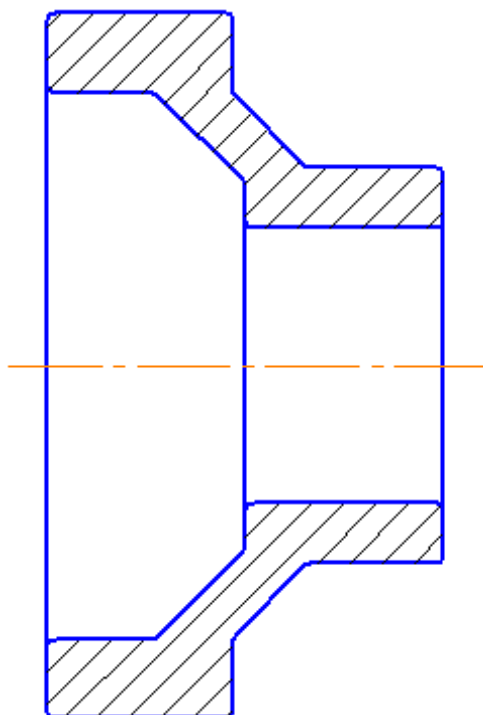


Рисунок 2 – Предлагаемая форма заготовки

Для получения исходной заготовки выбираем литье по газифицированным моделям. Литьё по газифицируемым моделям (ЛГМ) – способ получения отливок, использующий модель, изготовленную из материала, который газифицируется при заливке расплавленного металла в литейную форму. Самым распространённым материалом для моделей является пенополистирол. В таблице 3 представлена сравнительная характеристика ЛГМ и других методов литья относительно литья в песчано-глинистые формы.

Способ литья по газифицируемым моделям обладает рядом преимуществ:

- резкое уменьшение затрат на оборудование;
- сокращение количества технологических операций;
- сокращение операции финишной обработки отливок
- сокращение до минимума количества отходов производства;
- сокращение трудозатрат в 2 – 4 раза;
- сокращение используемых производственных площадей;
- уменьшение затрат на вспомогательные материалы в 3 – 5 раз.

Таблица 3 – Характеристика разных способов литья

№ п.п.	Показатель	Песчано-глинистые формы	Холодно-твердеющие смеси	Литье по выплавл. моделям	Литье по газифиц. моделям
1	Класс точности по ГОСТ 26645-85	6...7	5...6	4...5	3...4
2	Шероховатость, Ra	10...16	6,3...10,0	3,2...5,0	3,2...6,3
3	Расход формовочных материалов	1	2...4	5...10	0,2...0,5
4	Трудоемкость	1	0,7...0,9	2,3...2,5	0,2...0,8
5	Стоимость модельной оснастки	1		2...5	2...5
6	Затраты на организацию производства	1	1,1...1,2	1,5...3,0	1,8...2,0

3.3.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.

Для механической обработки детали выбираем токарный станок японской фирмы OKUMA с ЧПУ OKUMA Genos L250 (рисунок 3), основные характеристики которого приведены в таблице 4. Так как на одной операции деталь необходимо зажимать снаружи, а на другой изнутри, вследствие чего появляется необходимость переналадки станка. Для решения этой проблемы будем использовать два одинаковых станка.

3.3.3 Формирование операционно – маршрутной технологии проектного варианта

Маршрутный технологический процесс:

000 – Заготовительная;

015 – Моечная;

005 – Токарная с ЧПУ;

020 – Термическая;

010 – Токарная с ЧПУ;

025 – Контрольная;

030 – Получение покрытий.

Операционный технологический процесс представлен на рисунках 4, 5 и 6.

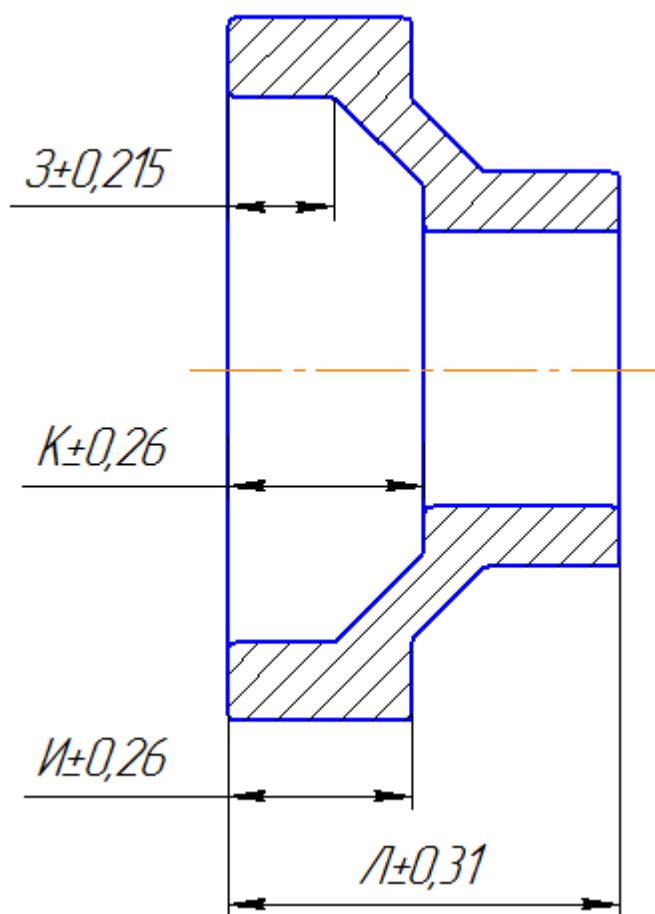


Рисунок 4 – 000 – заготовительная

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.001.00 ПЗ

Лист

21

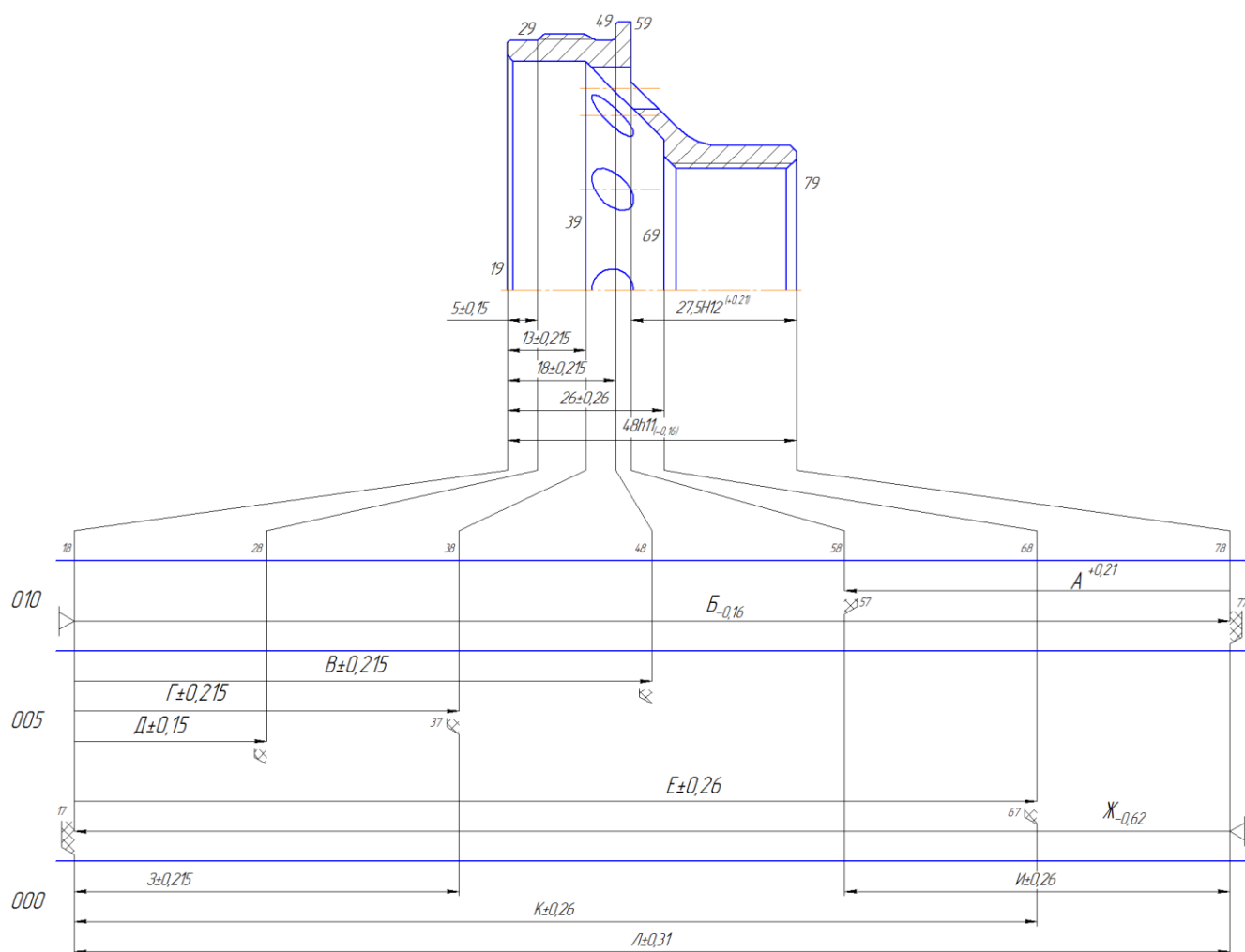


Рисунок 7 – Схема для размерного анализа проектного варианта

Из схемы видно, что замыкающие звенья отсутствуют, и имеется 2 припуска. Размерам А, Б, В, Г, Д и Е присваиваем значения выполняемых ими размеров, так как они непосредственно выполняют принадлежащие им конструкторские размеры.

Для расчёта минимально необходимого припуска на обработку воспользуемся следующей формулой:

$$A_i = A_{min} + \frac{T_{Ai}}{2} - \Delta_0 A_i, \quad (1)$$

где A_{min} – минимально необходимый припуск;

T_{Ai} – сумма допусков составляющих звеньев;

$\Delta_0 A_i$ – середина поля допуска составляющих звеньев.

$$A_{min} = Z_{min} = Rz + Df, \quad (2)$$

где Rz – шероховатость на предшествующей операции;

Df – дефектный слой на предшествующей операции.

$$T_{Ai} = \sum_{i=1}^l TA_i, \quad (3)$$

где l – количество составляющих звеньев,

TA_i – допуск составляющего звена.

$$\Delta_{0 \Delta} = \sum_{i=1}^n \Delta_{0 \vec{Ai}} - \sum_{j=1}^m \Delta_{0 \overleftarrow{Aj}}, \quad (4)$$

где $\Delta_{0 \vec{Ai}}$ – середина поля допуска составляющего увеличивающего звена;

$\Delta_{0 \overleftarrow{Aj}}$ – середина поля допуска составляющего уменьшающего звена.

Через припуск [78...77] рассчитаем номинальное значение размера Ж (18...77). Составим уравнение замыкающего звена:

$$[78 \dots 77] = (77 \dots 18) - (18 \dots 78),$$

По формуле (3) сумму допусков составляющих звеньев:

$$T_{[78\dots 77]} = 0,62 + 0,16 = 0,78 \text{ мм.}$$

Предвидящая операция –литье по газифицированным моделям, следовательно. $Rz=40$ мкм $Df=100$ мкм [1, прил. 6].

По формуле (2) рассчитываем минимально необходимый припуск:

$$[78 \dots 77]_{min} = 0,04 + ,01 = 0,14 \text{ мм.}$$

По формуле (4) рассчитываем координату середины поля допуска составляющих звеньев:

$$\Delta_{0 [78 \dots 77]} = \left(\frac{0 + (-0,62)}{2} \right) - \left(\frac{0 + (-0,16)}{2} \right) = -0,23 \text{ мм.}$$

Таким образом необходимый припуск по формуле (1):

$$[78 \dots 77] = 0,14 + \frac{0,78}{2} + 0,23 = 0,76 \text{ мм.}$$

Из уравнения замыкающего звена выражаем неизвестный размер

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

(77 ... 18):

$$(77 \dots 18) = 0,76 + 48 = 48,76 \text{ мм.}$$

Округлим до целого: Ж = 49 мм.

Аналогичным образом через припуск [18...17] рассчитаем номинальное значение размера Л (17...77). Составим уравнение замыкающего звена:

$$[18 \dots 17] = (17 \dots 77) - (77 \dots 18),$$

$$T_{[18\dots 17]} = 0,62 + 0,62 = 1,24 \text{ мм,}$$

$$[18 \dots 17]_{min} = 0,04 + ,01 = 0,14 \text{ мм,}$$

$$\Delta_0[18 \dots 17] = \left(\frac{0,31 + (-0,31)}{2} \right) - \left(\frac{0 + (-0,62)}{2} \right) = 0,31 \text{ мм,}$$

$$[18 \dots 17] = 0,14 + \frac{1,24}{2} - 0,31 = 0,45 \text{ мм,}$$

$$(17 \dots 77) = 0,45 + 49 = 49,45 \text{ мм.}$$

Округлим: Л=49,5 мм.

Через припуск [38...37] рассчитаем номинальное значение размера З (17...37). Составим уравнение замыкающего звена:

$$[38 \dots 37] = -(37 \dots 17) + (17 \dots 77) - (77 \dots 18) + (18 \dots 38),$$

$$T_{[38\dots 37]} = 0,43 + 0,62 + 0,62 + 0,43 = 2,1 \text{ мм,}$$

$$[38 \dots 37]_{min} = 0,04 + ,01 = 0,14 \text{ мм,}$$

$$\Delta_0[38 \dots 37] = \left(\frac{0,31 + (-0,31)}{2} + \frac{0,215 + (-0,215)}{2} \right) -$$
$$- \left(\frac{0 + (-0,62)}{2} + \frac{0,215 + (-0,215)}{2} \right) = 0,31 \text{ мм,}$$

$$[38 \dots 37] = 0,14 + \frac{2,1}{2} - 0,31 = 0,88 \text{ мм,}$$

$$(17 \dots 37) = -0,88 + 49,5 - 49 + 13 = 12,62 \text{ мм.}$$

Округлим: З = 12,5 мм.

Через припуск [68...67] рассчитаем номинальное значение размера К (17...67). Составим уравнение замыкающего звена:

$$[68 \dots 67] = -(67 \dots 17) + (17 \dots 77) - (77 \dots 18) + (18 \dots 68),$$

$$T_{[68\dots 67]} = 0,52 + 0,62 + 0,62 + 0,52 = 2,28 \text{ мм,}$$

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2019.001.00 ПЗ

$$\begin{aligned}
[68 \dots 67]_{min} &= 0,04 + ,01 = 0,14 \text{ мм}, \\
\Delta_0[68 \dots 67] &= \left(\frac{0,26 + (-0,26)}{2} + \frac{0,31 + (-0,31)}{2} \right) - \\
&\quad - \left(\frac{0 + (-0,62)}{2} + \frac{0,26 + (-0,26)}{2} \right) = 0,31 \text{ мм}, \\
[68 \dots 67] &= 0,14 + \frac{2,28}{2} - 0,31 = 0,97 \text{ мм}, \\
(17 \dots 67) &= -0,97 + 49,5 - 49 + 26 = 25,53 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Округлим: $K = 25,5$ мм.

Через припуск $[58 \dots 57]$ рассчитаем номинальное значение размера I ($57 \dots 77$). Составим уравнение замыкающего звена:

$$\begin{aligned}
[58 \dots 57] &= -(57 \dots 77) + (77 \dots 18) - (18 \dots 78) + (78 \dots 58), \\
T_{[58 \dots 57]} &= 0,52 + 0,62 + 0,16 + 0,21 = 1,51 \text{ мм}, \\
[58 \dots 57]_{min} &= 0,04 + ,01 = 0,14 \text{ мм}, \\
\Delta_0[58 \dots 57] &= \left(\frac{0 + (-0,62)}{2} + \frac{0,21 + 0}{2} \right) - \\
&\quad - \left(\frac{0,26 + (-0,26)}{2} + \frac{0 + (-0,16)}{2} \right) = -1,125 \text{ мм}, \\
[58 \dots 57] &= 0,14 + \frac{1,51}{2} + 0,125 = 0,9 \text{ мм}, \\
(17 \dots 37) &= -0,9 + 49 - 48 + 27,5 = 27,6 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Округлим: $I = 27,5$ мм.

Размерная схема с рассчитанными номинальными значениям представлена на рисунке 8.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.001.00 ПЗ					

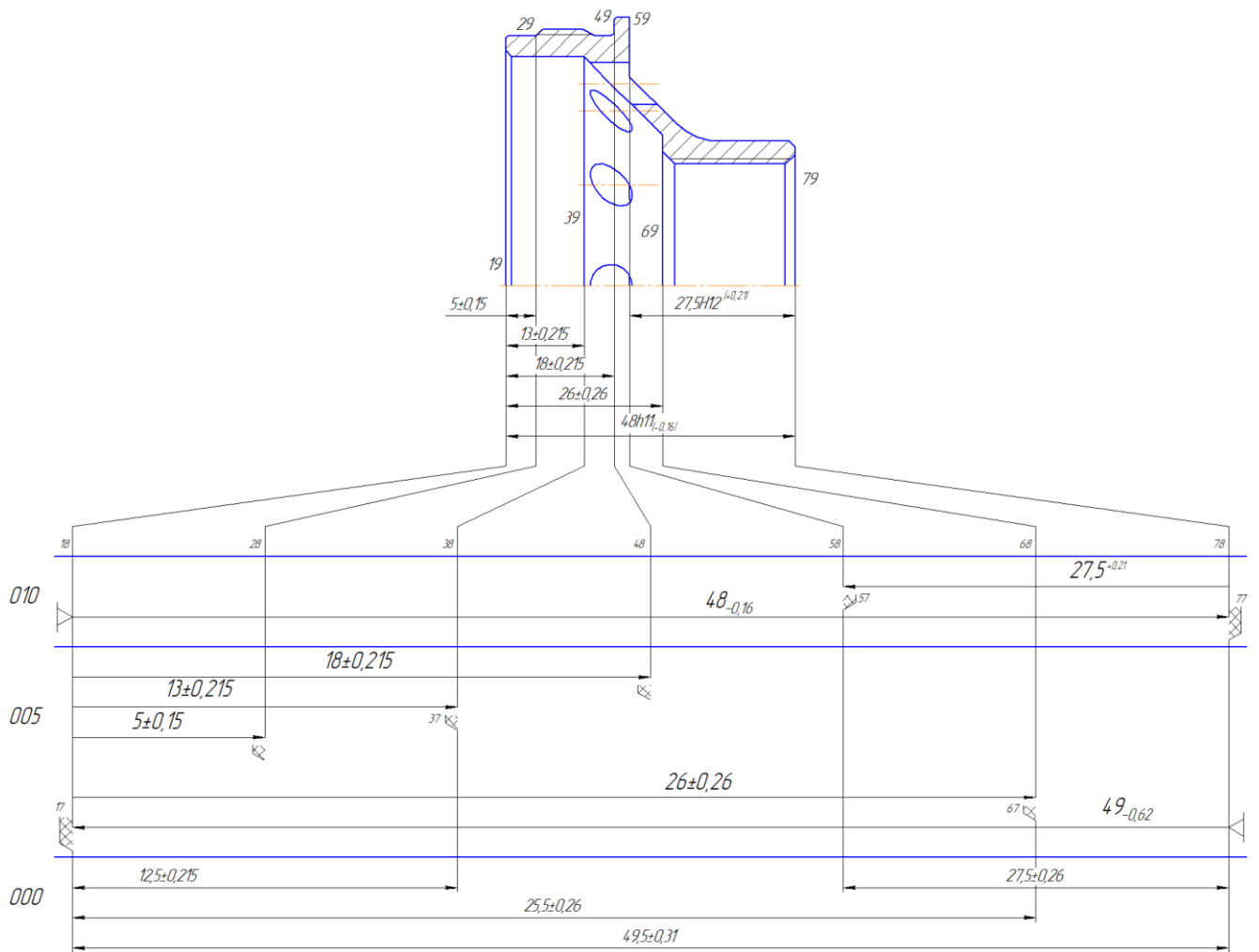


Рисунок 8 – Размерная схема проектного варианта технологического процесса

Операционные эскизы с рассчитанными номинальными операционными размерами представлены на рисунках 9, 10 и 11.

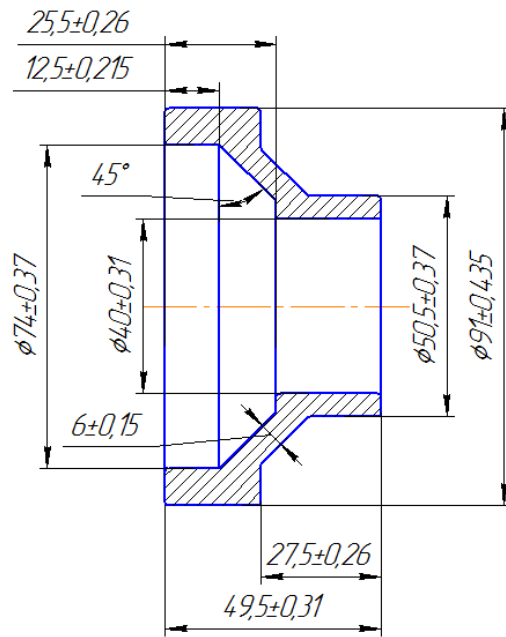


Рисунок 9 – 000 – заготовительная

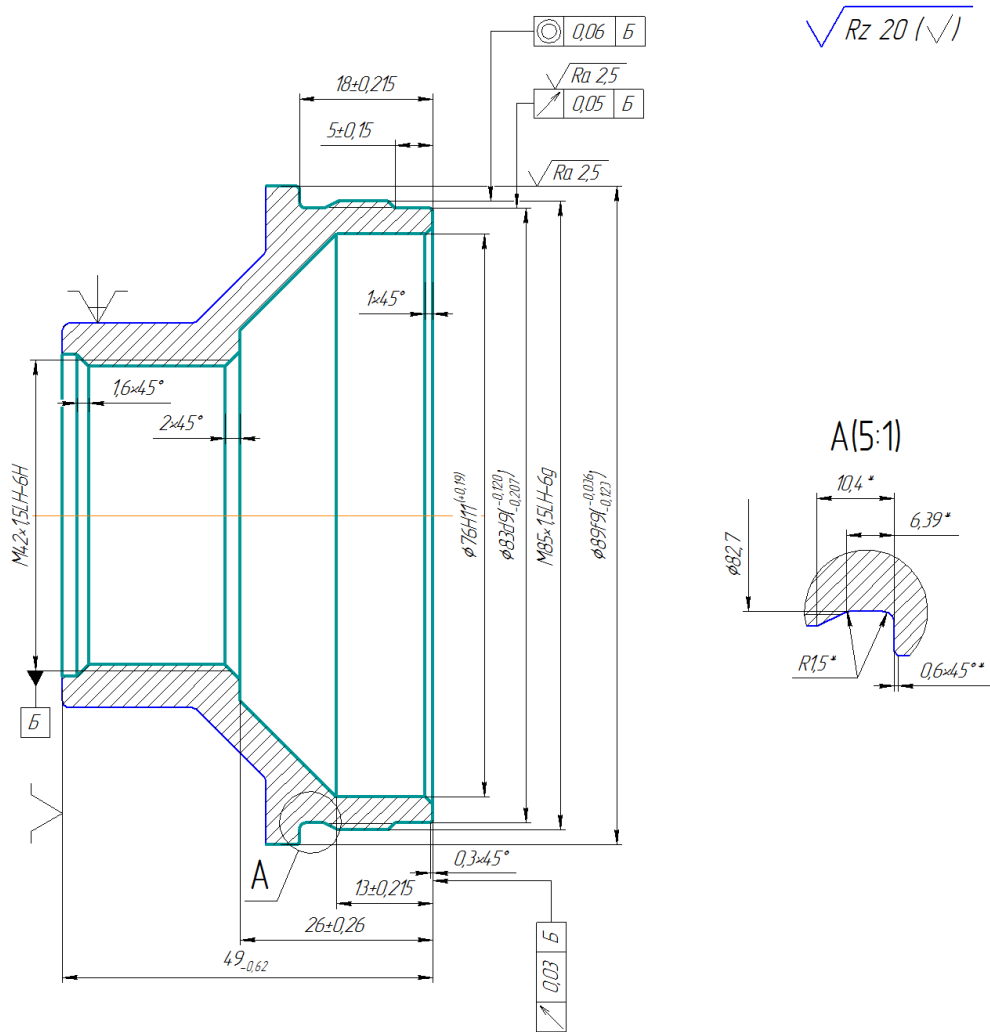


Рисунок 10 – 005 – токарная с ЧПУ

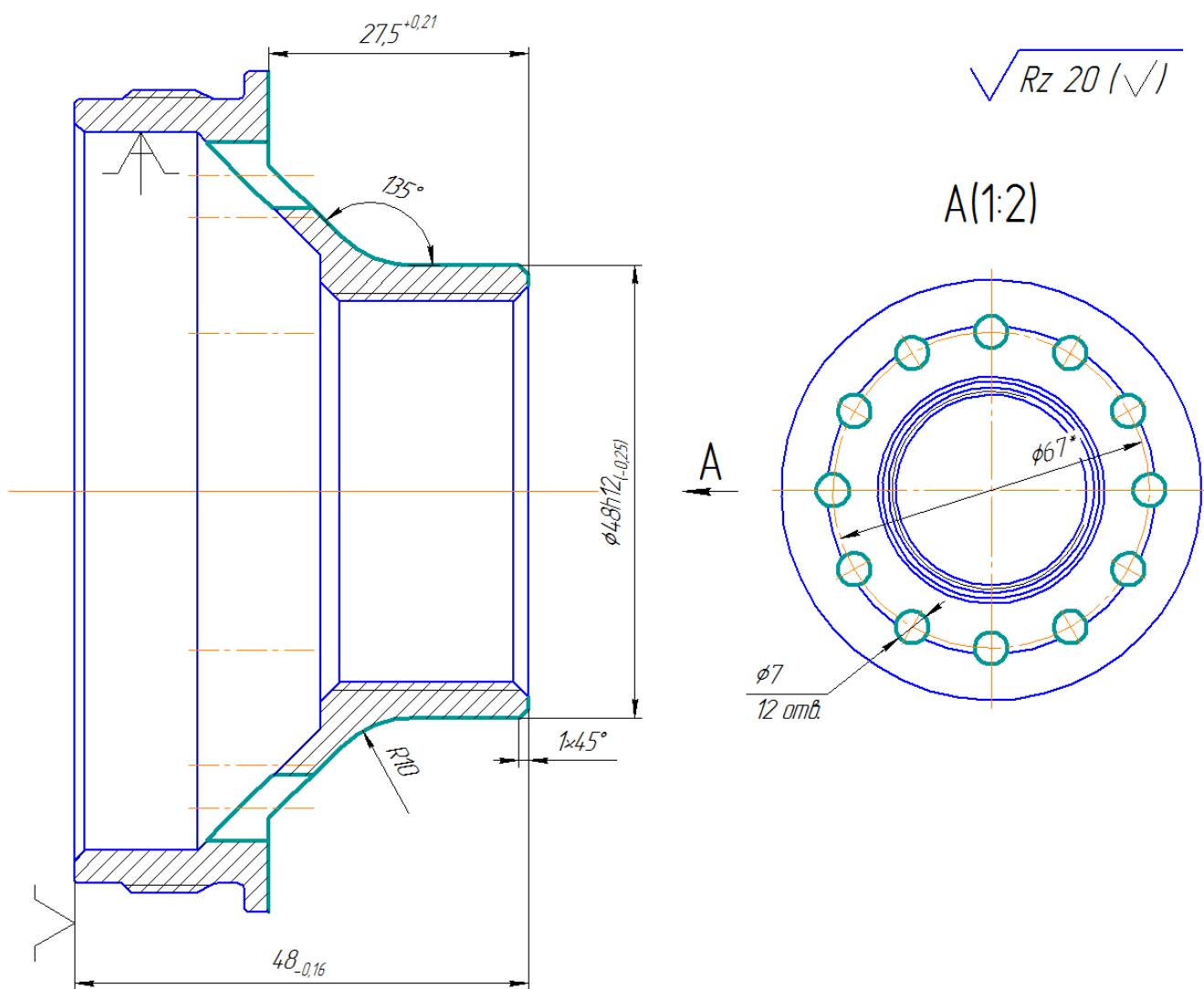


Рисунок 11 – 010 – токарная с ЧПУ

3.3.5 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектно-го варианта технологического процесса

Расчет режимов резания и норм штучного времени произведем для поверхностей, обозначенных на рисунке 12 005 операции.

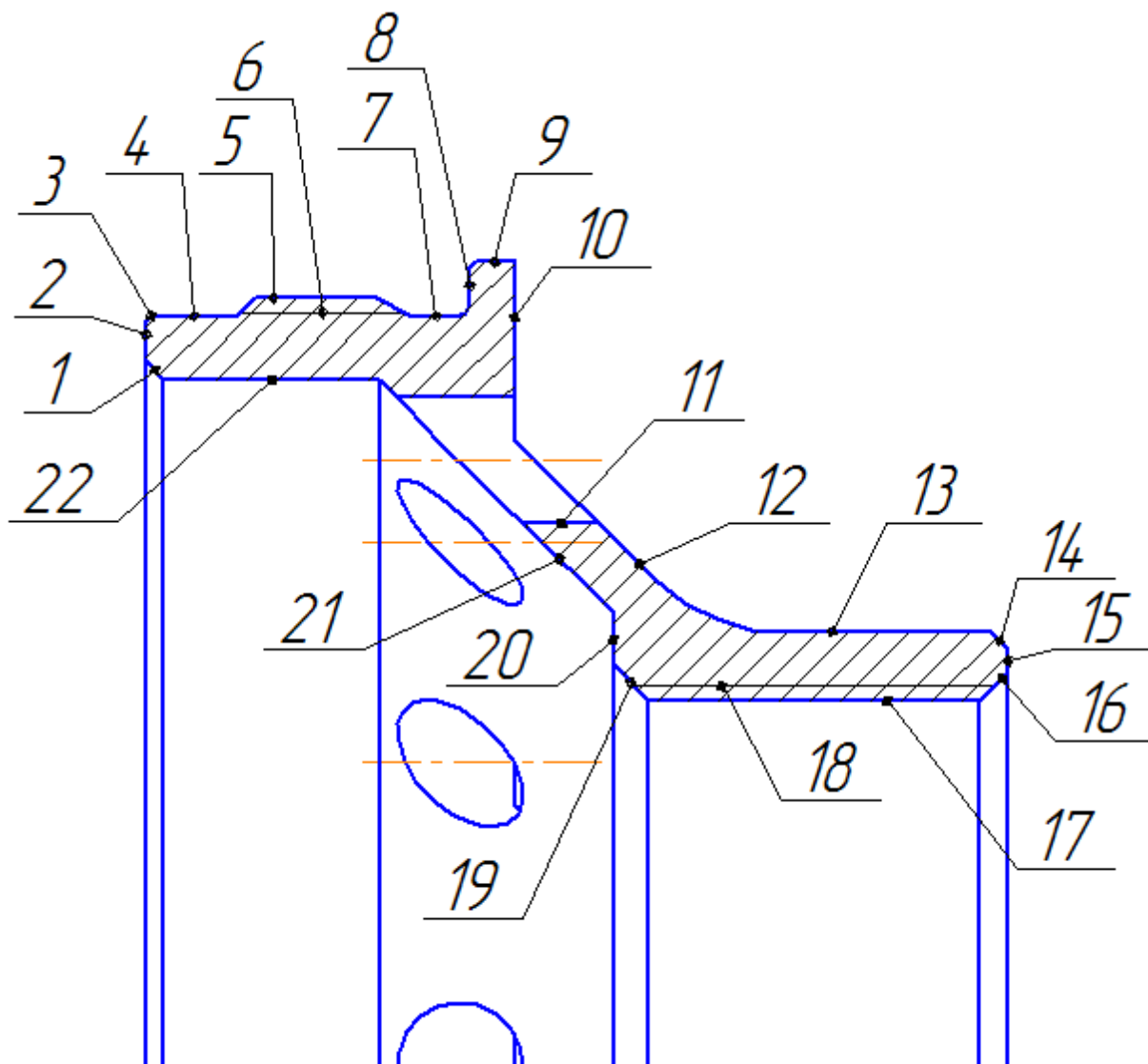


Рисунок 12 – Обрабатываемые поверхности детали

Исходные данные.

Наименование детали – гайка.

Материал – сталь 14X17H2.

Точность обработки поверхности: 9 – IT9.

Шероховатость обработки поверхности: Ra 2,5 мкм.

Метод получения заготовки – ЛГМ (IT13).

Состояние поверхности – с коркой.

Операция:

Базирование – в трехкулачковом патроне. Содержание операции – точить поверхность 9.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.001.00 ПЗ

Лист

31

1) Расчет режимов резания для точения

Для получения поверхности 9 необходима чистовая обработка [3, карта 1]. При чистовой стадии обработки рекомендуется глубина резания не менее 1 мм. [3, карта 2].

По приложению 1, 5 [3] и, исходя из условий обработки, принимаем ромбическую форму пластины из твердого сплава ВК6. По приложению 6 [3] выбираем способ крепления пластины – одноплечим прихватом за выемку.

По приложению 7 [3] и, исходя из условий обработки, выбираем углы в плане: $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$.

По приложению 8 [3] определяем остальные геометрические параметры режущей части: задний угол $\alpha = 6^\circ$; передний угол $\gamma = 10^\circ$; форма передней поверхности – плоская с фаской; ширина фаски вдоль главного режущего лезвия $f = 0,5$ мм; радиус скругления $\rho = 0,03$ мм; радиус вершины резца $r_b = 1$ мм. Нормативный период стойкости находим по приложению 13 $T = 60$ минут.

Рекомендуемые значения подач черновой стадии обработки выбираем по карте 6 [1]: $S_{OT} = 0,08$ мм/об.

По карте 8 и 9 [3] определяем поправочные коэффициенты на подачу черновой стадии обработки для измеренных условий в зависимости от:

механических свойств обрабатываемого материала – $K_{SM} = 0,8$;

схемы установки заготовки – $K_{Sy} = 1,2$;

радиуса вершины резца – $K_{Sr} = 1$;

качества обрабатываемой детали – $K_{Sk} = 1$;

кинематического угла в плане – $K_{Sj} = 1$;

Окончательно подачу определяем по формуле:

$$S_O = S_{OT} \cdot K_{SM} \cdot K_{Sr} \cdot K_{Sk} \cdot K_{Sj}, \quad (5)$$

$$S_O = 0,08 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,08 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанную подачу проверяем по осевой и радиальной составляющим силы резания, допустимым прочностью механизма подач станка. Найдем значе-

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

ния сил для получистовой стадии обработки, т.к. на этой стадии наибольший снимаемый припуск.

По карте 32 [3] определяем табличные значения составляющих сил резания: $P_{XT} = 950 \text{ Н}$, $P_{YT} = 260 \text{ Н}$.

По карте 33 [3] определяем поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от:

механических свойств обрабатываемого материала – $K_{PMX} = K_{PMY} = 1,1$;

главного угла в плане – $K_{P\phi X} = K_{P\phi Y} = 1$;

главного переднего угла – $K_{P\gamma X} = K_{P\gamma Y} = 0,9$;

угла наклона режущей кромки – $K_{P\lambda X} = K_{P\lambda Y} = 1$.

Окончательно составляющие силы резания определяем по формулам:

$$P_X = P_{XT} \cdot K_{PMX} \cdot K_{P\phi X} \cdot K_{P\gamma X} \cdot K_{P\lambda X} = 950 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 940,5 \text{ Н},$$

$$P_Y = P_{YT} \cdot K_{PMY} \cdot K_{P\phi Y} \cdot K_{P\gamma Y} \cdot K_{P\lambda Y} = 260 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 257,4 \text{ Н}.$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подач станка: $P_{x_{дон}} = 8000 \text{ Н}$; $P_{y_{дон}} = 3600 \text{ Н}$.

Скорость определяем по карте 22 [3]: при $t = 1 \text{ мм}$; $S_O = 0,08 \text{ мм/об}$; $V_T = 370 \text{ м/мин}$. По карте 22 [3] определяем поправочный коэффициент на скорость резания для чистовой стадии обработки в зависимости от инструментального материала: $K_{Vи} = 1$.

По карте 23 [3] определяем поправочные коэффициенты для измененных условий в зависимости от:

группы обрабатываемого материала – $K_{Vc} = 0,85$;

вида обработки – $K_{Vo} = 1,2$;

жесткости станка – $K_{Vj} = 1$;

механических свойств обрабатываемого материала – $K_{VM} = 0,8$;

геометрических параметров резца – $K_{V\phi} = 1$;

периода стойкости режущей части – $K_{VT} = 1$;

наличия охлаждения – $K_{Vж} = 1$.

Окончательно произведение коэффициентов равно:

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$K_V = K_{Vи} \cdot K_{Vс} \cdot K_{Vo} \cdot K_{Vj} \cdot K_{VM} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{Vж}, \quad (6)$$

$$K_V = 1 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8.$$

Окончательно скорость резания:

$$V = V_T \cdot K_V, \quad (7)$$

$$V = 370 \cdot 0,8 = 296 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

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

где D – диаметр детали.

$$n = \frac{1000 \cdot 296}{3,14 \cdot 89} = 1052 \text{ об/мин.}$$

Примем фактическую частоту вращения заготовки с учетом данных станка $n_{\phi}=1070$ м/мин. Фактическую скорость резания рассчитываем по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000}, \quad (9)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 89 \cdot 1070}{1000} = 299 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитываем по формуле:

$$S_M = n_{\phi} \cdot S_o, \quad (10)$$

$$S_M = 299 \cdot 0,08 = 85,6 \text{ мм/мин.}$$

2) Расчет режимов резания для сверления

Маршрут обработки выбирают по карте 44 [3] в зависимости от диаметра 7 мм, точности IT14 и шероховатости Rz 20 мкм обрабатываемого отверстия 11 (рисунок 12). В данном случае необходимо сверление.

Выбор подачи, скорости, мощности и осевой силы резания осуществляют по картам 46...51 для ближайшего табличного значения диаметра инструмента. В

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

данном случае при диаметре 7 м, отношении длины рабочей части сверла к диаметру $l/D=4,2$ по карте 46 лист 2 [3] определяем $S_{0t} = 0,39$ мм/об, $v_t = 19$ м/мин, $N_t = 6124$ кВт, $P_t = 1,64$ кВт.

Подачу корректируем по формуле:

$$S_0 = S_{0t} \cdot K_{SM}, \quad (11)$$

где $K_{SM} = 0,66$ – поправочный коэффициент в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала.

$$S_0 = 0,39 \cdot 0,66 = 0,26 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания корректируем по формуле:

$$v = v_t \cdot K_{vM} \cdot K_{vЭ} \cdot K_{vЖ} \cdot K_{vТ} \cdot K_{vW} \cdot K_{vИ} \cdot K_{vЛ}, \quad (12)$$

Поправочные коэффициенты в зависимости от:

материал заготовки – $K_{vM} = 0,66$;

форма заточки инструмента – $K_{vЭ} = 1$;

наличие охлаждения – $K_{vЖ} = 1$;

состояние поверхностного слоя – $K_{vW} = 0,85$;

материал инструмента – $K_{vИ} = 1,43$;

периода стойкости – $K_{vТ} = 1,2$;

длины рабочей части – $K_{vЛ} = 1$.

Скорректированная скорость резания:

$$v = 19 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot 1,43 \cdot 1 = 18,3 \text{ м/мин.}$$

Скорректированную частоту вращения шпинделя рассчитываем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 18,3}{3,14 \cdot 7} = 832 \text{ об/мин.}$$

Определяем значение минутной подачи по формуле:

$$S_M = 832 \cdot 0,26 = 216,32 \text{ мм/мин.}$$

С учетом паспортных данных станка выбираем ближайшие имеющиеся на

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

станке подачи $S_{\phi} = 215$ мм/мин и частоту вращения $n_{\phi} = 830$ об/мин. Определяем фактическую скорость резания по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 830}{1000} = 18,25 \text{ м/мин.}$$

Корректируем табличные значения мощности резания и осевой силы. Согласно карте 52 [3] формулы корректировки мощности резания и осевой силы имеют вид:

$$N = N_t / K_{N_M}, \quad (4)$$

$$P = P_t / K_{P_M}. \quad (5)$$

По карте 53 [3] выбираем поправочные коэффициенты $K_{N_M} = K_{P_M} = 0,66$:

$$N = \frac{1,64}{0,66} = 2,5 \text{ кВт,}$$

$$P = \frac{6124}{0,66} = 9278,8 \text{ Н.}$$

Согласно паспортным данным станка мощность приводного та $N_{ст} = 4$ кВт, $P_{ст} = 20$ кН, что удовлетворяет расчётам.

Основное время автоматической работы для обработки данной поверхности определяем по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{р.х.}}{S_{M\phi}} \text{ мин,} \quad (6)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода.

$$L_{р.х.} = l_0 + l_1 + l_2 + l_3, \quad (7)$$

где $l_0 = 4$ мм – длина обрабатываемой поверхности;

$l_1 = 5$ мм – длина подвода инструмента;

$l_2 = 5$ мм – длина врезания инструмента;

$l_3 = 1$ мм – длина перебега инструмента.

$$L_{р.х.} = 4 + 5 + 5 + 1 = 15 \text{ мм,}$$

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$T_0 = \frac{15}{215} = 0,07 \text{ мин.}$$

Так как обрабатывается 12 отверстий то:

$$T_0 = 0,07 \cdot 12 = 0,84$$

Режимы резания для обработки остальных поверхностей представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы резания

№ операции	Обрабатываемая поверхность	Стадия обработки	№ прохода	Элементы режимов резания						
				Глубина резания t , мм	Табличная подача S_{oT} , S_{zT} , мм/об	Принятая подача S_o , S_z , мм/об	Табличная скорость резания V_t , м/мин	Принятая скорость резания V , м/мин	Фактические обороты шпинделя n_f , об/мин	Минутная подача S_m , мм/мин
005	1	Черновая	1	1	0,83	0,8	261	209	870	696
	2	Черновая	1	1	0,83	0,8	261	209	778	622,4
	3	Черновая	1	0,3	0,83	0,8	261	209	778	622,4
	4	Чистовая	1	1	0,08	0,08	370	296	1102	88,16
	5	Черновая	1	1,25	0,83	0,8	261	209	778	622,4
	6	Получистовая	7	0,5	1,5	1,5	205	164	611	916,5
	7	Черновая	1	1	0,83	0,8	261	209	769	615,2
	8	Черновая	1	1	0,45	0,43	375	300	1091	469,13
	9	Чистовая	1	1	0,08	0,08	370	299	1070	85,6
	16	Черновая	1	1,6	0,4	0,38	422	338	2547	967,86
	17	Черновая	1	1	0,4	0,38	422	338	2547	967,86
	18	Получистовая	5	0,5	1,5	1,5	205	164	1236	1854
	19	Черновая	1	2	0,4	0,38	370	296	2230	847,4
	20	Черновая	1	1	0,45	0,43	380	304	1924	827,32
21	Черновая	1	1,25	0,72	0,69	310	248	1046	721,74	
22	Получистовая	1	1	0,23	0,22	450	360	1499	329,78	
010	10	Получистовая	1	0,8	0,31	0,3	420	336	1236	370,8
	11	Черновая	12	3,5	0,39	0,26	19	18,3	832	216,32
	12	Черновая	1	1,25	0,72	0,69	323	258	1701	1173,7
	13	получистовая	1	1,25	0,48	0,46	332	266	1754	806,84
	14	Черновая	1	1	0,48	0,46	332	266	1754	806,84
15	Получистовая	1	0,5	0,48	0,46	332	266	1754	806,84	

Норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{шт} = (T_{ц.а.} + T_{в.}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{тех} + \alpha_{орг} + \alpha_{отл}}{100} \right), \quad (8)$$

где $T_{ц.а.}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{в.}$ – вспомогательное время, мин;

$\alpha_{тех.}$; $\alpha_{орг.}$; $\alpha_{отл.}$ – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности соответственно при одностаночном обслуживании, % от оперативного времени.

Время автоматического цикла работы определяется по формуле:

$$T_{ц.а.} = T_o + T_{м.в.}, \quad (9)$$

где T_o – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{м.в.}$ – машинно-вспомогательное время по программе, мин.

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \sum_1^i \frac{L_i}{S_{mi}}, \quad (10)$$

где L_i – длина траектории режущего инструмента при обработке, мм;

S_{mi} – минутная подача при на данном технологическом участке, мм/мин.

Основное время для обработки всех поверхностей для каждой операции представлено в таблице 5.

В машинно-вспомогательном времени учитывается время на смену режущего инструмента, технические перерывы. По характеристикам станков, время на смену инструмента 4 секунды. Поэтому примем для 005 операции $T_{м.в.} = 0,94$ мин, для 010 операции $T_{м.в.} = 0,63$ мин.

Таблица 5 – Основное время

№ оп.	005								Сумма
№пов.	1	2	3	4	5	6	7	8	
T_o , мин	0,003	0,008	0,005	0,113	0,022	0,105	0,013	0,011	
№пов.	9	16	17	18	19	20	21	22	
T_o , мин	0,082	0,002	0,026	0,065	0,004	0,042	0,055	0,055	0,611
№ оп.	010								
№пов.	10		11	12	13	14	15		
T_o , мин	0,032		0,828	0,02	0,025	0,001	0,006		0,912
T_o шт. мин	1,523								

Вспомогательное время складывается из составляющих, выбор которых осуществляется по нормативам [4], формула для расчета приведена далее:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в.у}} + T_{\text{в.оп}} + T_{\text{в.изм}}, \quad (11)$$

где $T_{\text{в.у}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{\text{в.оп}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом;

$T_{\text{в.изм}}$ – время, связанное с измерением.

Вспомогательное время на установку и снятие детали: $T_{\text{в.у}} = 0,32$ мин [4, карта 3]. На 010 $T_{\text{в.у}} = 0,32$ мин.

Время, связанное с измерением, складывается из множества измерений разными инструментами. Так как проверяется 100% от всей партии, то на 005 операции $T_{\text{в.изм}} = 1,34$ мин не перекрываемое, на 010 операции $T_{\text{в.изм}} = 0,46$ мин и является перекрываемым основным временем на обработку [4, карта 15].

Вспомогательное время, связанное с операцией $T_{\text{в.оп}}$, включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, открытие и закрытие дверцы, предохраняющей от забрызгивания эмульсией [4, карта 14]. Суммарное время составит:

для 005 операции: $T_{\text{в.оп}} = 0,32 + 0,15 + 0,3 = 0,5$ мин;

для 010 операции: $T_{\text{в.оп}} = 0,32 + 0,15 + 0,3 = 0,5$ мин.

Суммарное вспомогательное время составит:

для 005 операции $T_{\text{в}} = 0,32 + 0,5 + 1,34 = 2,16$ мин;

для 010 операции $T_{\text{в}} = 0,32 + 0,5 + 0 = 0,82$ мин.

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени [4, карта 16].

Для 005 операции $\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{отл}} = 7\%$,

для 010 операции $\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{отл}} = 7\%$.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Штучное время на 005 операцию:

$$T_{шт1} = (0,611 + 0,94 + 2,16) \cdot (1 + 0,07) = 3,971 \text{ мин.}$$

на 010 операцию:

$$T_{шт2} = (0,912 + 0,63 + 0,82) \cdot (1 + 0,07) = 2,527 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени на изготовление детали:

$$T_{шт} = 3,971 + 2,527 = 6,498 \text{ мин.}$$

3.3.6 Выводы по разделу

В проектном технологическом процессе в качестве метода получения заготовки используется литье по газифицированным моделям, что позволит повысить коэффициент использования материала, снизить количество материала уводимого в стружку.

Описано применяемое станочное оборудование и его характеристики. Сформирована операционно-маршрутная технология с операционными эскизами и рассчитаны режимы резания и нормы времени на все переходы. По результатам проделанной работы штучное время изготовления детали составило $T_{шт} = 6,498$ мин.

Был проведен размерный анализ технологического процесса и посчитана величина минимального припуска.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.

Так как схемы базирования обеспечиваются стандартными приспособлениями, необходимости в проектировании специального приспособления нет.

4.1.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

В ходе обзора и выбора технологической оснастки выбираем приспособление для закрепления заготовки и вспомогательный инструмент для крепления режущего инструмента.

Для закрепления детали выбираем трехкулачковый самоцентрирующийся пневматический патрон с клиновым механизмом (рисунок 13). Патрон состоит из корпуса 1, основания кулачков 2, насадные кулачки 5, скользящая муфта 6, втулка 7, штифты 8 и 9.

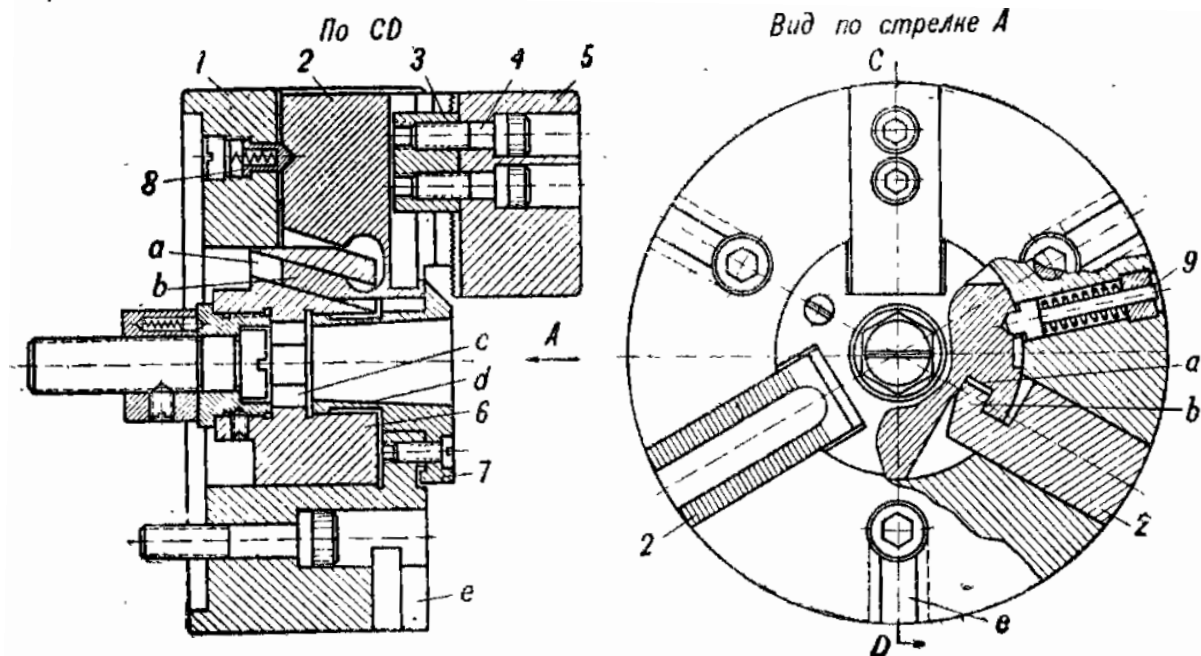


Рисунок 13 – Трехкулачковый патрон типа Форкарт

Такие патроны имеют следующее плюсы:

– компактность и жесткость;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.001.00 ПЗ

Лист

41

- износостойчивость;
- быстрота переналадки.

Для закрепления режущего инструмента выберем технологическую оснастку.

На выбранном станке используется револьверная головка VDI (рисунок 14).



Рисунок 14 – револьверная головка VDI

Для закрепления токарных резцов, предназначенных для контурной обработки, выбираем державку SH 25 7.3025 [7] (рисунок 15).

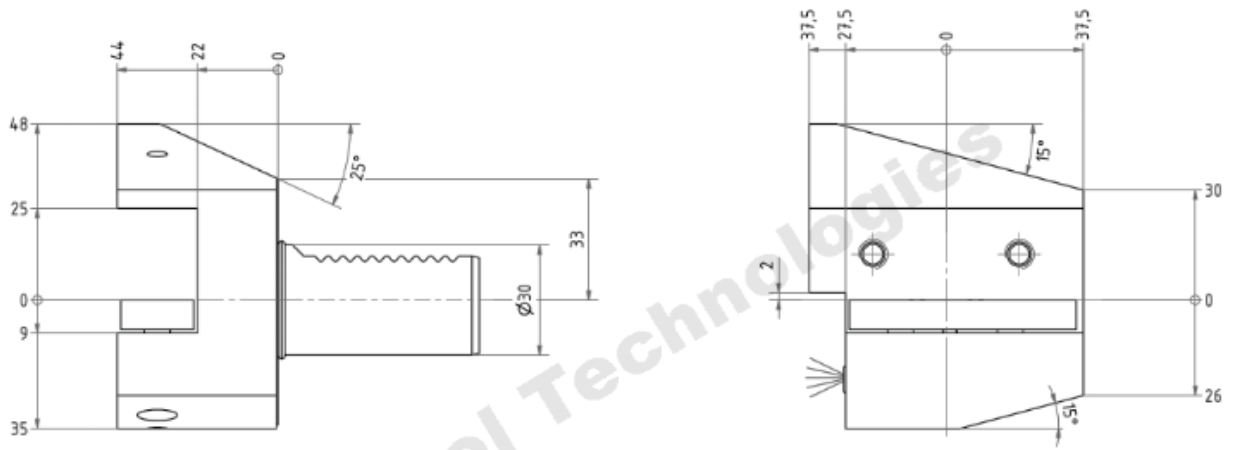
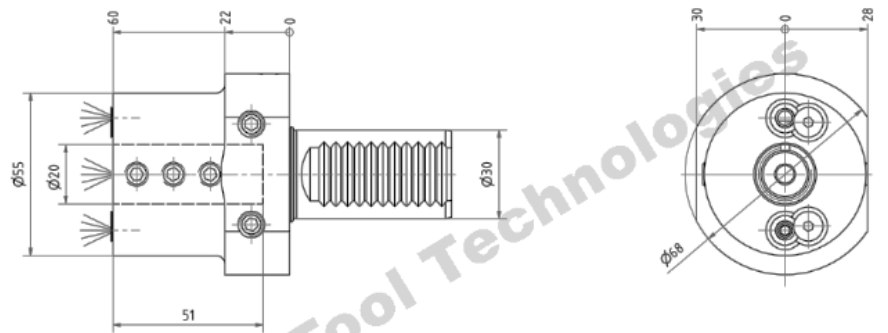
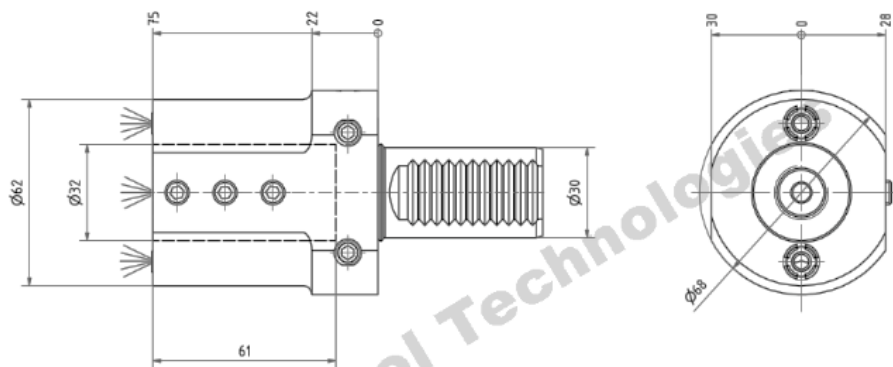


Рисунок 15 – державка SH 25

Для закрепления расточных резцов, выбираем державку для расточных резцов диаметром 20 – 19.3020UK [7] (рисунок 16 а) и для диаметра 32 19.3032 (рисунок 16 б).



а



б

Рисунок 16 – державка *ВМТ40НС09-STAT*

а) державка 19.3020UK б) державка 19.3032

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.001.00 ПЗ

Лист

43

Для приводных инструментов выбираем осевую сверлильно-фрезерную головку EWS Varia V3 40.30V3LB10IK [7] с внутренним подводом СОЖ (рисунок 17).

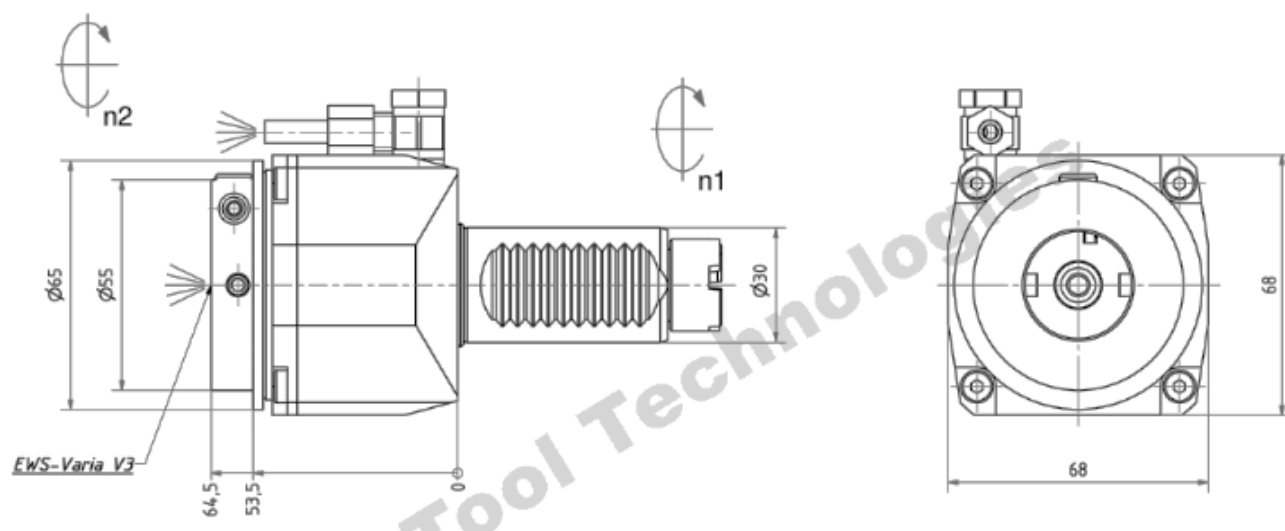


Рисунок 17 – радиальная сверлильно-фрезерная головка EWS Varia VX3

Для закрепления инструмента в этой головке выбираем цанговый патрон RD/ER 16 426 E (1-10) EWS Varia вставка VX3 31.VX316IML14 [7] (рисунок 18).

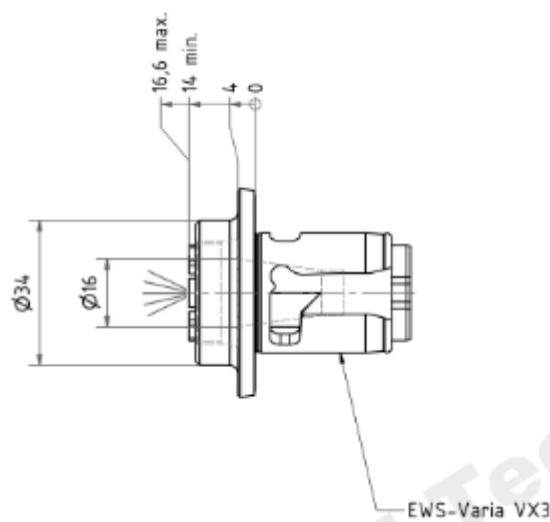


Рисунок 18 – цанга 31.VX316IML14

4.2 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.

При разработке технологического процесса механической обработки заго-

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2019.001.00 ПЗ

товки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно, это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

Необходимо выбрать режущий инструмент для обработки поверхностей см.рисунок 33.

4.2.1 Выбор токарного инструмента

Выбор производится по ледующей методике:

- Производится обработка поверхности 2-5, 8-10, 12-15, которые имеют цилиндрическую форму, а так же происходит подрезка торца.
- Максимальная точность IT 9 и параметр шероховатости Ra 2,5.
- Условия обработки – чистовая. Группа применимости – P 25(легированная сталь).
- Так как ведется обработка детали по контуру и условия резания меняются в широких пределах выбираем систему крепления D.
- Код формы СМП – D (чистовая обработка по контуру), задний угол $\alpha > 0$ (обработка материала низкой жесткости), чистовой стружколом F (глубина резания 0,5-2 мм).

Таким образом выбираем резец –Т-Мах P; DDHNR/L 2525 M 11 (рисунок 19, а).

Расшифровка обозначения:

D – система крепления D (прижим повышенной жесткости);

D – форма пластины (ромб с углом 55 градусов);

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

H– допуски;

N – тип пластины (чистовая);

R/L – исполнение инструмента (используются левый и правый);

2525 – сечение державки резца 25x25;

M – длина и ширина державки 4 дюйма;

11 – размер пластины (длина режущей кромки 11 мм).

СМП – T-Max P; DNMG 11 04 08 WF (рисунок 19, б).

Расшифровка обозначени:

D – форма пластины (ромб с углом 55 градусов);

N – задний угол 0 градусов;

M – допуски на размеры

G – тип пластины (4-х сторонняя)

11 – размер пластины, длина режущей кромки 11 мм

04 – толщина пластины 4 мм

08 – радиус при вершине 0,8 мм

WF – для чистовой обработки

Материал режущей части : GC2135, аналог – T15K6

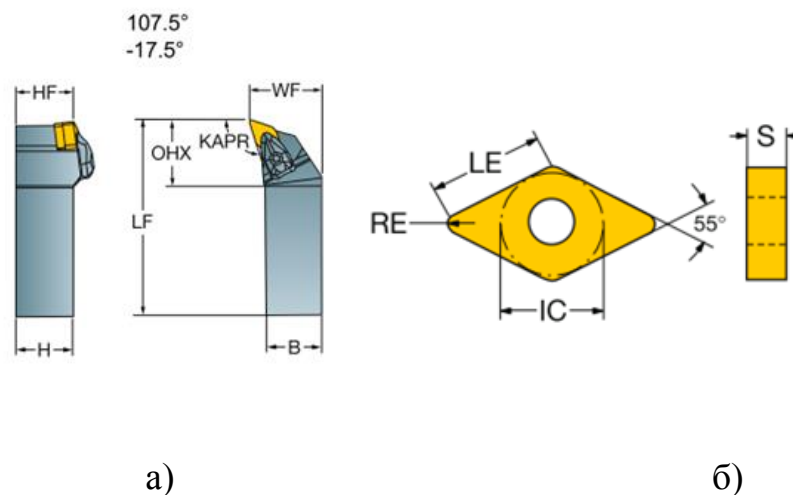


Рисунок 19 – Инструмент для обработки поверхностей 2-5, 8-10, 12-15

а) токарный проходной резец б) СМП

Размеры резца: B=25 мм; H=25 мм; LF=150 мм; WF=32 мм; HF=25 мм;
ОНХ=36 мм.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Размеры пластины: $L=11$ мм; $S=4$ мм; $RE=0,8$ мм; $IC=9,525$ мм.

Аналогичным образом определяем токарный инструмент для обработки остальных поверхностей.

Для обработки поверхности б выбираем державку для точения резьбы 266 RFG-2525-16 (рисунок 20, а) с СМП 266LG-16MM01A150M (рисунок 20, б).
Материал режущей части : T15K6

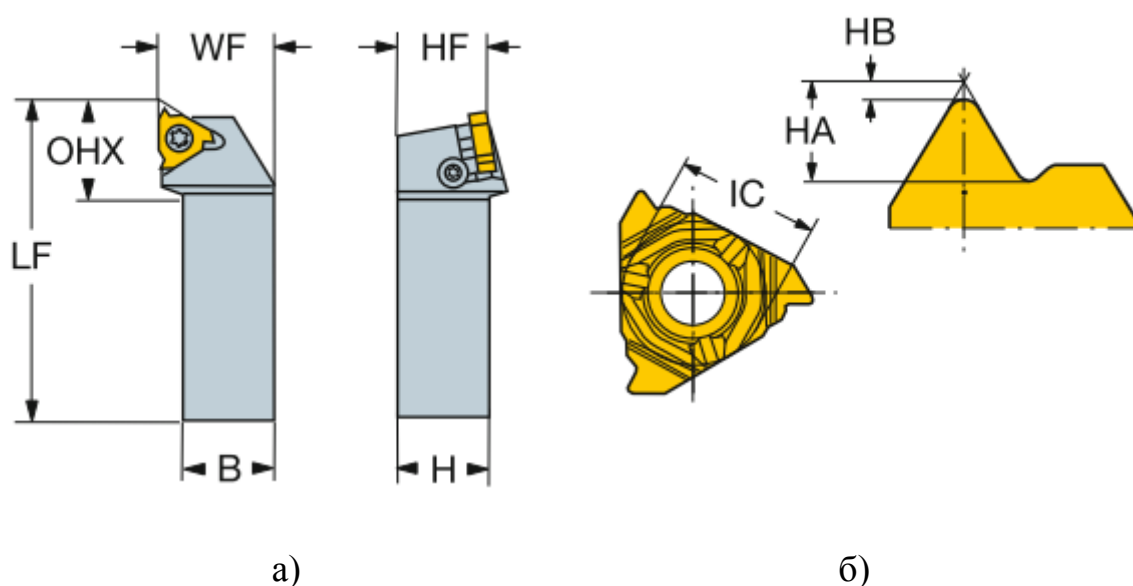


Рисунок 20 – Инструмент для обработки поверхности б
а) державка б) СМП

Размеры резца: $B=25$ мм; $H=25$ мм; $LF=150$ мм; $WF=32$ мм; $HF=25$ мм; $ONX=22$ мм.

Размеры пластины: $HB=0,22$ мм; $S=4$ мм; $HA=1,12$ мм; $IC=9,525$ мм.

Для обработки поверхности 17 выбираем расточную оправку для точения резьбы 266RKF-20-16 (рисунок 21) с СМП 266LG-16MM01A150M (рисунок 20, б).

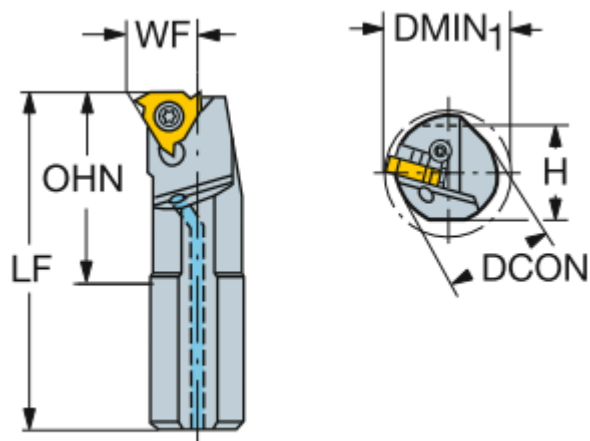


Рисунок 21 – Инструмент для обработки поверхности 17

Размеры оправки: DCON=20 мм; DMIN1=25 мм; H=18 мм; OHN=29 мм; OHX=60 мм; LF=250 мм; WF=14 мм.

Для обработки поверхностей 16, 17, 19-22, 1 выбираем расточную оправку T-Max P; A32T-DDUNR/L 11 (рисунок 22, а) с СМП DNMG 11 04 08 WF (рисунок 22, б). Материал режущей части : T15K6

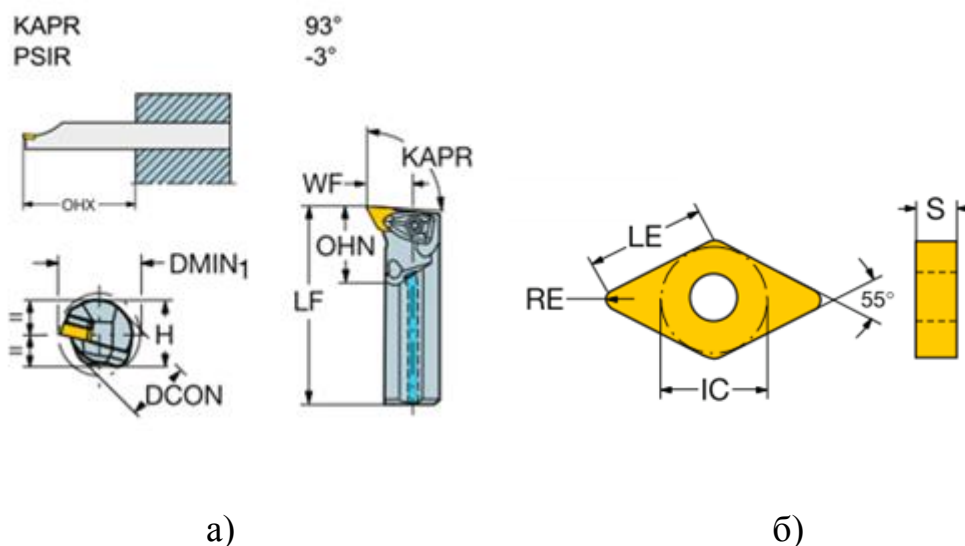


Рисунок 22 – Инструмент для обработки поверхности 16, 17, 19-22, 1
а) расточная оправка б) СМП

Размеры оправки: DCON=32 мм; DMIN1=32 мм; H=30 мм; OHN=48 мм; OHX=128 мм; LF=300 мм; WF=22 мм.

Размеры пластины: L=11 мм; S=4 мм; RE=0,8 мм; IC=9,525 мм.

SIG=180; PL=0,55.

Для обработки поверхности 11 будем применять цельное твердосплавное сверло CoroDrill 860: 860.1-0700-021A1-ММ (рисунок 23), материал режущей части: GC2135, аналог – Т15К6.

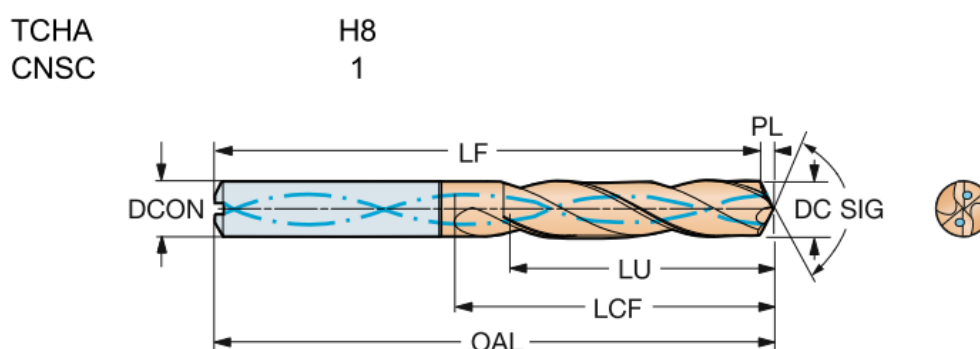


Рисунок 23 – сверло для обработки поверхности 11

Размеры сверла: DC=7 мм; DCON=8 мм; SIG=140; PL=2,27 мм; LU=22,3 мм; LCF=34 мм; OAL=79 мм.

4.3 Разработка приспособления для контроля радиального биения

Контрольно-измерительные приспособления это специальные производственные средства измерения и контроля представляющие собой конструктивное сочетание базирующих зажимных и измерительных устройств.

Основные требования предъявление к контрольно-измерительным приспособлениям определяются необходимостью обеспечения оптимальной точности и производительности операции технического контроля.

Приспособление должно быть удобным в эксплуатации, технологично в изготовлении, удовлетворять требованиям экономической целесообразности.

Экономическая целесообразность приспособления, характеризуется повышением качества продукции с одновременным уменьшением брака, а так же со-

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

кращением числа контроллеров и снижении требований к их квалификации.

Контрольно-измерительные приспособления рассчитывают на погрешности измерения. Для обеспечения необходимой точности обрабатываемой детали при конструировании контрольно-измерительного приспособления необходимо выбрать такую схему, при которой будет соблюдено следующее условие:

$$\varepsilon \leq \varepsilon_{\text{доп}}, \quad (13)$$

где ε – действительное значение погрешностей базирования заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_{\text{доп}}$ – допускаемое значение погрешностей базирования заготовки в приспособлении.

Допускаемые значения погрешностей базирования заготовки в приспособлении. $\varepsilon_{\text{доп}}$ ориентировочно рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = b - w, \quad (14)$$

где b – допуск выдерживаемого размера;

w – точность обработки, получаемая при выполнении контроля операции.

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,08 \cdot 0,03 = 0,05.$$

Действительное значения погрешностей базирования заготовки в приспособлении определяем из геометрических связей свойственных схеме базирования

$$\varepsilon = 0,018 \leq \varepsilon_{\text{доп}}$$

Расчетная суммарная погрешность приспособления $\Delta_{\text{пр}}$ определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{пр}} = b - (k_1 w + \Delta_{\text{уст}} + k_2 w), \quad (15)$$

где b – допуск на обрабатываемой детали

k_1 – коэффициент равный $0,8 \div 0,85$

k_2 – коэффициент равный $0,6 \div 1,0$

w – точность обработки на данной операции.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$\Delta_{уст}$ – погрешность установки.

$$\Delta_{пр} = 0,08 - (0,8 \cdot 0,03 + 0,048 + 0,6 \cdot 0,03) = 0,02$$

Рассчитав погрешность базирования E и определив погрешность установки рассчитываем суммарную погрешность приспособления. При погрешности приспособления равной 0,02 точность контроля соблюдается.

Контрольно-измерительное приспособление состоит из основания 6, двух держателей 2 в которых крепятся центра 5 (рисунок 24).

Радиальное биение контролируем на контрольном приспособлении. Измерительный наконечник под действием пружины соприкасается с контролируемой поверхностью и деталь вращается.

Величина радиального биения определяется как наибольшая разность показателей индикатора 1.

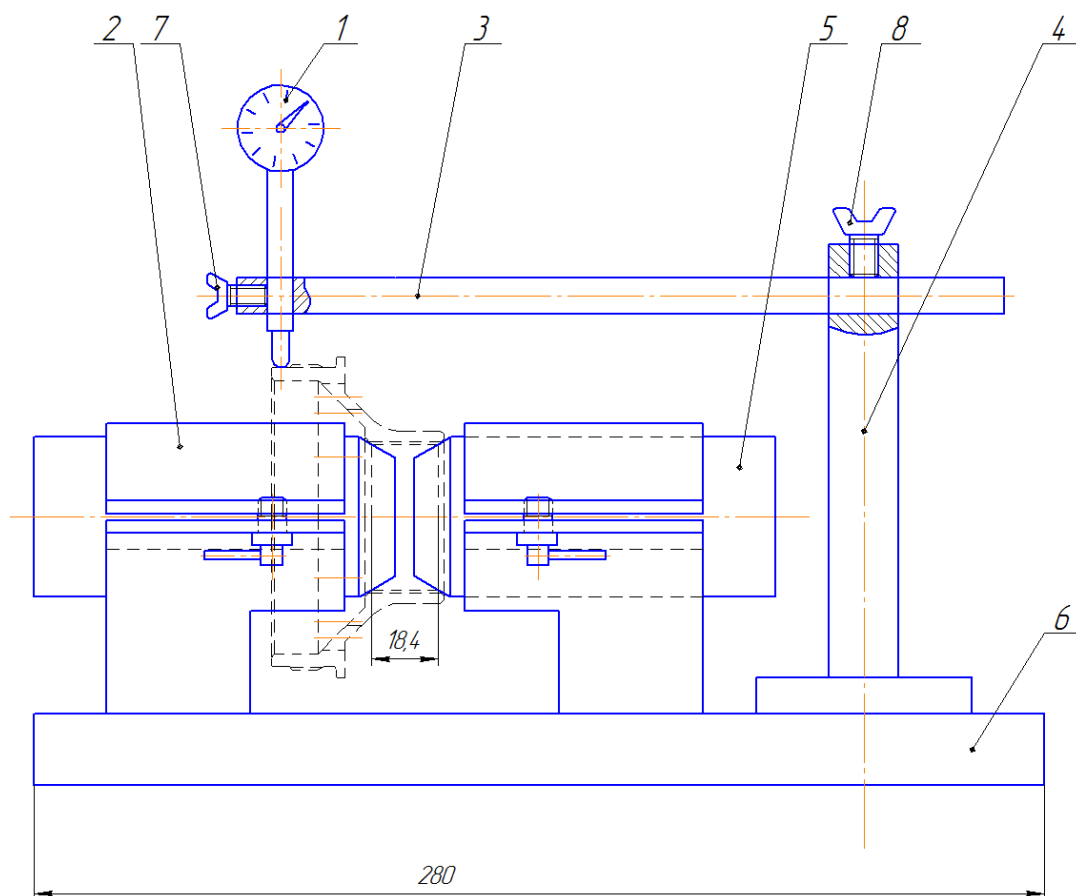


Рисунок 24 – Контрольно-измерительное приспособление

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

5 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

5.1 Проектирование участка механической обработки детали

Исходные данные:

Деталь: гайка

Программа выпуска 5000

Масса детали 0,35

Материал: сталь 14X17H2 ГОСТ 5632-72

Программа выпуска деталей $N_{год} = 35000$ шт/год.

Количество времени, затраченное на изготовление одной детали, сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Время на изготовление одной детали

№ операции	Тшт, мин
005	3,971
010	2,527

Определение количества деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (16)$$

где a – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей (рекомендуется 3, 6, 12, 24 дня);

F – число рабочих дней в году (254 дня),

$$n = \frac{35000 \cdot 3}{254} = 414 \text{ шт.}$$

Расчётное количество станков C'_p на каждой операции определяется по формуле:

$$C'_p = \frac{t_{шт}}{\tau}, \quad (17)$$

где τ – такт выпуска деталей,

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$\tau = \frac{\Phi_0 \cdot 60}{N}, \quad (18)$$

где Φ_0 – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, $\Phi_0=4060$ ч.

$$\tau = \frac{4060 \cdot 60}{35000} = 6,96,$$

Определяем количество данного типа по операции 005

$$C'_p = \frac{3,971}{6,96} = 0,57.$$

Определяем количество данного типа по операции 010

$$C'_p = \frac{2,527}{6,96} = 0,36.$$

Общее число станков – 2

Общее количество участвующих в работе участков составляют:

- а) производственные рабочие, главным образом станочники, операторы и наладчики, разметчики, слесари по промежуточным слесарно – сборочным работам, мойщики деталей;
- б) вспомогательные рабочие;
- в) младший обслуживающий персонал;
- г) служащие: инженерно – технические работники и счетно – конторский персонал.

Определим количество производственных рабочих – станочников. Количество рабочих станочников R_c определяется по трудоемкости механической обработки:

$$R_c = \frac{T_{шт.к.} \cdot N_{пр}}{\Phi_{др} \cdot 60 \cdot S_m}, \quad (19)$$

где $\Phi_{др}$ – эффективный годовой фонд времени рабочего, $\Phi_{др}=1860$ ч;

S_m – коэффициент многостаночного обслуживания.

$$R_{c005} = \frac{0,34 \cdot 35000}{1860 \cdot 60 \cdot 2} = 0,05,$$

Округляем и принимаем $R_{c005} = 1$ чел. Так же для 010 операции – 1 чело-

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

век.

Расчет количества вспомогательных рабочих может производиться по трудоемкости планируемого объема работ, по количеству рабочих мест и по нормам обслуживания, а так же в процентном отношении от числа производственных рабочих или от количества производственного оборудования. Возьмем в процентном отношении количество вспомогательных рабочих 20% от количества производственных рабочих. Оно равняется одному человеку. Количество ИТР составляет 10% и равняется одному человеку.

Данные о моделях станков и их габаритах сведены в таблицу 7

Модель станка	Кол-во, шт	Габариты станка, мм
OKUMA Genos L250	2	1652x1592x1624

Металлорежущие станки участков механического цеха располагают в цехе одним из способов:

1. По типам оборудования.
2. В порядке технологических операций.

Для цехов серийного производства станки располагают по порядку технологических операций, то есть последовательно в соответствии с технологическими операциями для обработки одноименных деталей.

5.2 Расчет площади склада заготовок

Для хранения заготовок предусматриваются на участке площадки. Площадь склада заготовок определяется по формуле:

$$F_{сз} = \frac{Q_3 \cdot t}{240 \cdot g \cdot K_{и}}, \quad (20)$$

где Q_3 – масса годового выпуска заготовок,

$$Q_3 = m_3 \cdot N = 0,672 \cdot 35000 = 23520 \text{ кг},$$

t – количество дней запаса заготовок $t = 8$ дней;

g – средняя допускаемая нагрузка на 1 м^2 полезной площади пола,

$$g = 20 \div 25 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$$

$K_{и}$ – коэффициент использования площади складирования, $K_{и} = 0,3$.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$F_{сз} = \frac{23520 \cdot 8}{240 \cdot 2000 \cdot 0,3} = 1,3 \text{ м}^2$$

5.3 Расчёт площади склада деталей

Площадь склада деталей определяем по формуле:

$$F_{сз} = \frac{Q_d \cdot t}{240 \cdot g \cdot K_{и}}, \quad (21)$$

где Q_d – годовой вес деталей

$$Q_d = \frac{Q_з}{1,2} = \frac{23520}{1,2} = 19600$$

t – количество дней запаса деталей $t = 8$ дней;

g – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 ;

$K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,3$,

$$F_{сз} = \frac{19600 \cdot 8}{240 \cdot 2000 \cdot 0,3} = 1,1 \text{ м}^2.$$

5.4 Выбор способа удаления стружки

В результате механической обработке металлов резанием, образуется значительное количество стружки, которое можно определить как разность масс, заготовок и деталей из расчета годового объёма выпуска для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка не более 25÷30 мм. Технологическое решение по организации сбора и транспортировки стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 м^2 .

Определяем общую производственную участка. Удельная площадь приходящаяся на единицу оборудования

$$F = n_1 \cdot k_1 + n_2 \cdot k_2 + n_3 \cdot k_3, \quad (22)$$

где n_1, n_2, n_3 – количество мелких, средних и крупных станков;

k_1, k_2, k_3 – удельная площадь мелких, средних и крупных станков.

$$K = 15 \div 25 \text{ м}^2$$

$$F = 2 \cdot 20 = 40 \text{ м}^2$$

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Годовое количество стружки, образованное на 1 м² участка

$$\alpha = \frac{Q_z - Q_d}{F} = \frac{235,2 - 196}{40} = 0,98$$

Для удаления стружки принимаем транспортёр (стружкоуборочный конвейер).

5.5 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Для организации механического производства принимаем одноэтажное здание, так как в этом случае облегчается установка оборудования, а так же упрощаются транспортные связи между цехами.

Принимаем сетку колонн:

$$\alpha \times t = 18 \times 6$$

Здание оборудовано краном – балкой грузоподъемностью 5 тонн.

Рассчитываем высоту здания до фермы.

Исходя из максимальной K – высоты оборудования, минимального расстояния Z – между оборудованием и перемещаемым грузом, а так же высоты транспортируемых грузов E , крана h определяем высоту H_1 до головки подкранового рельса:

$$H_1 = K + Z + E = h, \quad (23)$$

где $K = 2,965$ м

Z – принимаем $Z = 0,5$ м

$$E = 1,200 \text{ м}; h = 1,2 \text{ м}$$

$$H_1 = 2,965 + 0,5 + 1,2 + 1,2 = 5,87$$

$$H_1 = 2,965 + 0,5 + 1,2 + 1,2 = 5,87$$

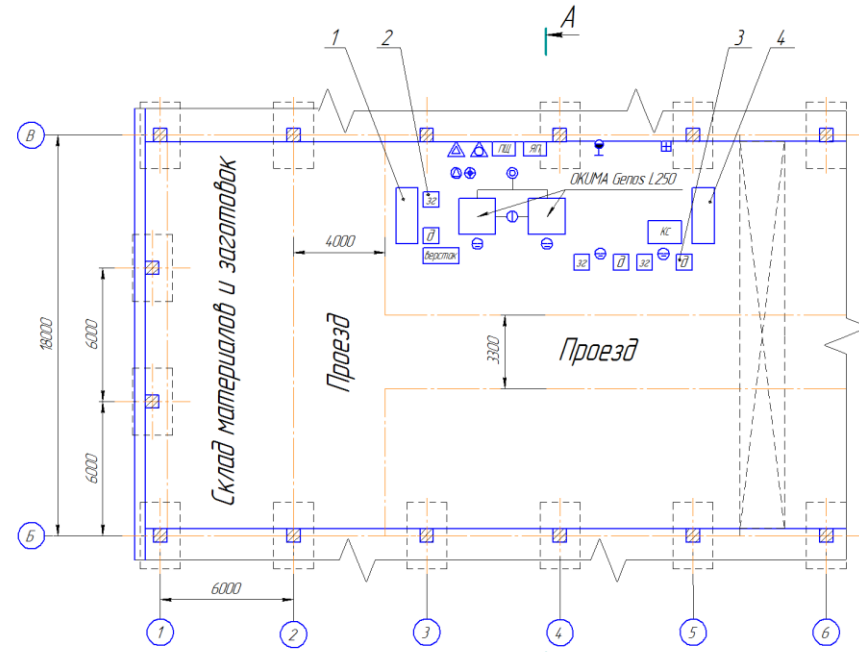
Принимаем $H_1 = 6,15$ м

По величине H_1 определяем минимальную высоту H пролета $H = 8,4$ м.

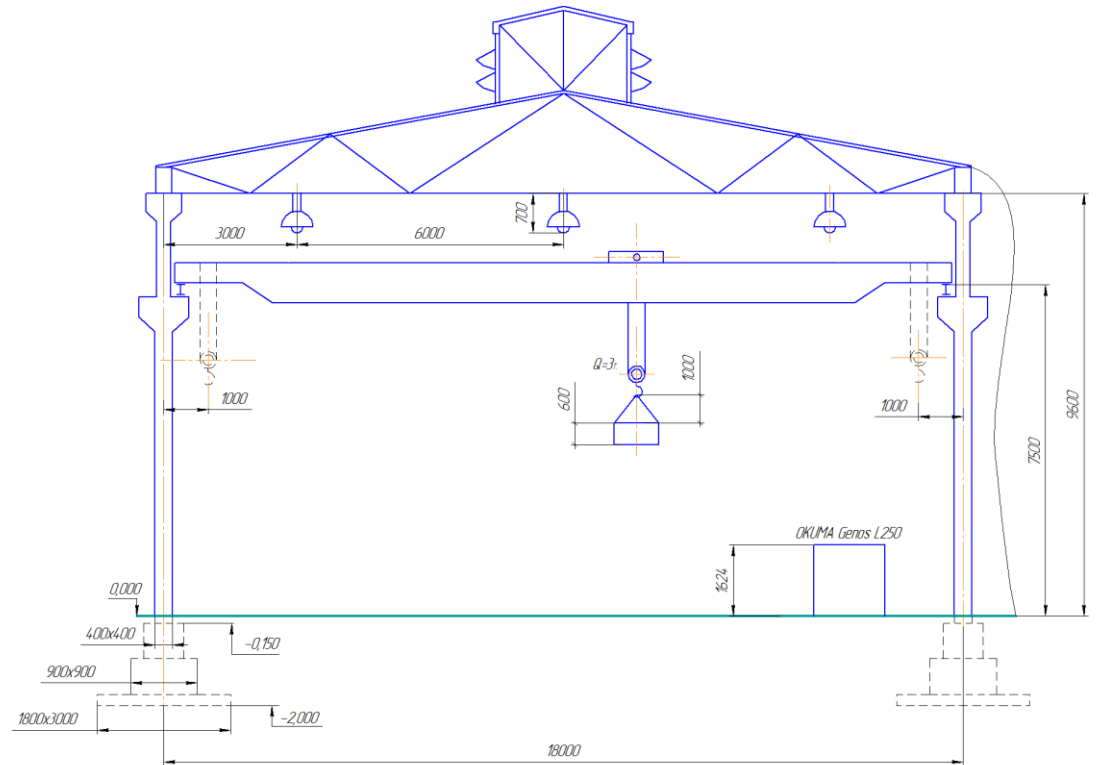
5.6 Выбор габаритных размеров и расчет поперечных размеров колонн

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. При высоте пролетов 8,4...10,8 м, оборудованных кран балкой с грузоподъемностью 5т, ставят колонны прямо-

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56



A-A (1:50) Ⓞ



- ▲ огнетушитель ОП-8
 - ⊠ медицинская аптечка
 - ▲ огнетушитель ОУ-80
 - ЯП - ящик с песком
 - ЩП - щит пожарной охраны
 - ⊕ пожарный гидрант
 - ММ - моечная машина
 - ⊕ сжатый воздух
 - ⊕ рабочее место
 - ⊕ электроэнергия
 - ⊕ СОЖ
 - ⊕ вентиляция
 - ⊕ подвод воды
- КС - контрольный стол
 СТБ - стенд по технике безопасности
- 1 - промежуточный склад заготовок
 2 - межоперационный склад накопитель заготовок
 3 - межоперационный склад накопитель готовых деталей
 4 - промежуточный склад готовых деталей

1. На участке производится обязательная уборка стружки в конце смены.
2. Не загромождать проходы, проезды, подступы к первичным средствам пожаротушения.
3. Не допускается наличие на полу масла и эмульсии.

150.305.2019.001.08.000			
Исполн.	М.И.Кочетков	Проф.	Иванов
Разработ.	Буланов И.А.		
Проект.	Варфоломеев И.П.		
Конструктор			
Инженер	Мухометов И.И.		
Мастер	Бобров А.В.		
Участок механической обработки детали гайка		Лист	Листов 1
Календарь		Формат А1	

Рисунок 27 – Планировка участка

5.9 Выводы по разделу

Спроектирован механический участок по изготовлению детали гайка, произведен расчет склада заготовок, склада деталей, выбор способа удаления стружки, выбор типа, формы и определения размеров здания, выбор габаритных размеров и расчет поперечных размеров колонн, выбор покрытия кровли.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

На всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются безопасные и безвредные условия труда. Обеспечение безопасных и безвредных условий труда возлагается на собственника или уполномоченный им орган. Условия труда на рабочем месте, безопасность технологических процессов, машин, механизмов, оборудования и других средств производства, состояние средств коллективной и индивидуальной защиты, используемых работником, а также санитарно-бытовые условия должны отвечать требованиям нормативных актов об охране труда.

6.1.1 Вибрация, возникающая при работе оборудования

Вибрация - это колебания механической системы в результате действия совокупности случайных и неуравновешенных сил. Вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека. Нормированные значения вибрации по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Значения вибрации по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ

	Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц								
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250
На постоянных рабочих местах									
Общая технологическая вибрация	-	1,3	0,46	0,22	0,2	0,2	0,2	0,2	-

Применяемое оборудование является серийным, соответствует ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ, поэтому уровень вибрации не будет превышать допустимый.

6.1.2 Смазывающе-охлаждающая жидкость, применяемая в техпроцессе

В процессе механической обработки на металлорежущих станках применяется СОЖ, которая способствует повышению режимов резания, стойкости инструмента, снижает запыленность рабочей зоны. В качестве СОЖ используется эмульсионный раствор на водной основе. Подача его в рабочую зону осуществля-

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					60

ется методом полива. Ориентировочные количества паров воды и тумана эмульсии, выделяемых за один час работы станка в расчете на 1 кВт мощности приведено в таблице 9.

Таблица 9 – Выделение тумана эмульсии за час работы оборудования

Оборудование	Масса, г/час	
	Пары воды	Туман эмульсии
Металлорежущие станки	150	0,0063

6.1.3 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда Нормируемые параметры микроклимата и способы создания их оптимальных величин

К нормируемым параметрам микроклимата относятся:

- 1 температура воздуха;
- 2 влажность воздуха;
- 3 скорость движения воздуха.

Нормируемые параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин, приведенных в таблице 10.

Таблица 10 Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Класс условий труда	t воздуха	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, Дм/с
Холодный и переходный	1	21-24 (25-28)	60-40 (до75)	0,1 (0,1-0,3)
	2	18-20 (16-17)		0,2 (0,2-0,5)
	3	16-18 (15-26)		0,3 (0,3-0,6)
Теплый	1	22-25	60-40 (75-55)	0,2-0,5
	2	20-23		0,2-0,5
	3	18-21		0,3-0,7

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

- 1 в теплое время за счет вентиляции,
- 2 в холодное время за счет вентиляции, отопления;
- 3 защитой от вредных параметров являются средства индивидуальной защиты: комбинезоны, очки, спец. обувь.

6.1.4 Мероприятия, проводимые при использовании СОЖ

- 1 на состав применяемой СОЖ необходимо разрешение санитарного надзора;
- 2 состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности;
- 3 приготовление и подача СОЖ к станкам должна быть централизованной;
- 4 периодичность и промывка систем для подачи её должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;
- 5 станки должны быть оборудованы специальными сборниками и экранами защиты оператора;
- 6 помещение оборудуется обще обменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м³/час на один станок;
- 7 рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты;
- 8 необходимо проводить санитарный инструктаж.

6.1.5 Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности.

Заготовка на всех операциях устанавливается с помощью специального подъемного устройства. От одного станка к другому заготовка передается с помощью робокара. Отвод стружки от станков осуществляется с помощью тележек. Надзор за выполнением техпроцесса осуществляется инженером предприятия.

Технические средства и организационные мероприятия по защите от подвижных частей оборудования и разлетающейся в процессе резания стружки. Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

- 1 ограничивающие, закрывающие доступ к опасным частям оборудова-

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ния. Для этого используются кожухи, щиты, решетки, сетки. Ограждения должны быть достаточно прочными, надежно крепиться к фундаменту или частям машины;

2 предохранительные, автоматически отключающие оборудование при выходе какого-либо параметра за пределы допустимого;

3 сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет;

4 для защиты от разлетающейся стружки используются очки, щитки, экраны.

6.1.6 Мероприятия по безопасной эксплуатации режущего инструмента

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление резцов в расточных оправках и твердосплавных ножей в сборных инструментах.

Согласно ГОСТ 12.2.001-74 ССБТ “Инструмент абразивный. Правила и нормы безопасности работы” осуществляются следующие мероприятия:

- 1 правильное хранение инструмента,
- 2 перед использованием испытание на стенде,
- 3 перед установкой визуальный осмотр,
- 4 применение защитного кожуха,
- 5 своевременная и качественная заточка инструмента,
- 6 надёжное закрепление режущего инструмента в станке.

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность - система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока на организм человека в зависимости от его величины приведен ниже в таблице 11.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Таблица 11 – Действие электрического тока на организм человека

Действующий ток	Величина тока, А		Характер действия
	Переменный, 50 Гц	Постоянный	
Пороговый осязаемый	0,6- 1,5	6-7	Вызывает ощущение раздражения
Пороговый неосязаемый	10- 15	50-70	Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть
Пороговый фибрилляционный	100	300	Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока более чем 5 секунд может произойти остановка сердца

Согласно ПУЭ помещение участка механической обработки относится к особо опасному с точки зрения электрической безопасности. Основные причины несчастных случаев на участке:

- 1 случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- 2 появление напряжения на металлических частях оборудования, кожухах, корпусах в результате повреждения изоляции;
- 3 возникновение напряжений на поверхности земли в результате замыкания токоведущего провода на землю.

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности. Так как для питания электрооборудования применяются трехфазные четырехпроводные цепи с глухо заземленной нейтралью напряжением 380/220В необходимо:

- 1 изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- 2 сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;
- 3 применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от

поражения при повреждении изоляции;

4 зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;

5 заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;

6 использование изолирующего трапа.

7 проводятся также следующие организационные мероприятия:

8 периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;

9 обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;

10 запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;

11 привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж;

12 применение предупредительных надписей и указательных знаков.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Пожар - это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение - это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением тепла. Для возникновения горения необходимы:

- 1 горючее вещество;
- 2 окислитель;
- 3 источник возгорания.

Загорание – горение, не причинившее материальный ущерб.

Опасными факторами пожара являются:

- 1 повышенная температура воздуха и предметов;
- 2 открытый огонь и искры;
- 3 токсичные продукты горения;
- 4 дым;
- 5 взрывы;

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

6 повреждения и разрушения зданий и сооружения.

6.3.1 Оценка пожарной опасности участка

Спроектированный участок размещается в помещении пожарной опасности категории D. Это помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

6.3.2 Перечень причин возникновения пожара на участке

Пожары на участке возможны по следующим причинам:

1 металлообработка связана с применением масел, масло используется для смазки станков и в гидроприводах;

2 недостатки в эксплуатации технологического оборудования, системы электроснабжения, освещения, вентиляции, отопления главным образом из-за нарушения графиков их обслуживания и ремонта, это может привести к перегрузке оборудования и короткому замыканию в сетях электроэнергии;

3 возможные нарушения требований пожарной безопасности на участке, связанные с курением в не установленных местах, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки, неудовлетворительное состояние промасленной ветоши, несвоевременной уборкой пролитого масла.

6.3.3 Мероприятия, предупреждающие пожар на участке

Пожарная профилактика - комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров уменьшение его размеров. Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

1 устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;

2 ограничения возможного распространения пожара и взрыва;

3 обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;

4 обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;

5 разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;

6 разработка инструкций по пожарной безопасности.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

7 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Согласно методическим материалам по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции, на предприятиях машиностроения и металлообработки расчет плановой себестоимости продукции осуществляется по следующим калькуляционным статьям расходов:

1. Сырье и материалы (за вычетом возвратных отходов).
2. Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты.
3. Топливо и энергия на технологические нужды.
4. Основная заработная плата рабочих основного производства.
5. Дополнительная заработная плата рабочих основного производства.
6. Отчисления единого социального налога.
7. Отчисления на обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Итого: прямые затраты.

1. Расходы на подготовку и освоение производства.
2. Общепроизводственные расходы.
3. Итого: цеховая себестоимость.
4. Общехозяйственные расходы.
5. Налоги, включаемые в себестоимость продукции.

Итого: производственная себестоимость.

1. Внепроизводственные (коммерческие) расходы.
2. Итого: полная (коммерческая) себестоимость.
3. Содержание отдельных статей себестоимости.

1. Сырье и материалы (за вычетом возвратных отходов).

Затраты на основные материалы на единицу продукции включаются в себестоимость прямым путем и рассчитываются по формуле:

$$M = (G_{\text{заг}} \cdot Ц_{\text{м}} - G_{\text{отх}} \cdot Ц_{\text{отх}}) \cdot K_{\text{тр}}, \text{ руб.} \quad (24)$$

где $G_{\text{заг}}$, $G_{\text{отх}}$ – соответственно, вес заготовки и отходов (стружки, лома), кг;

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$C_M, C_{\text{отх}}$ – соответственно, цена материала и цена отходов;

$K_{\text{тр}}=1,05$ – транспортные расходы,

$$C_M = 40 \text{ руб./кг}$$

$$C_{\text{отх}}=7000 \text{ руб./т}= 7 \text{ руб/кг}$$

$$M = (0,35 \cdot 40 - 0,3 \cdot 7) \cdot 1,05 = 12,5 \text{ руб}$$

2. Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты

Стоимость покупных изделий включается в себестоимость продукции прямым путем. Отсутствуют.

3. Топливо и энергия на технические нужды Затраты на все виды топлива и энергии, расходуемые непосредственно в технологическом процессе производства продукции (топливо для плавильных агрегатов, электроэнергия для электропечей, сварки, электрохимической обработки и др.), определяется по нормам и установленным мощностям энергетических агрегатов. Включаются в себестоимость продукции прямым счетом.

4. Основная заработная плата рабочих основного производства Основная заработная плата на единицу продукции так же, как и материалы, включается в себестоимость прямым путем и рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = (G_{\text{чсд}} \cdot t_{\text{ивпсд}} - G_{\text{чпов}} \cdot t_{\text{штпов}}) \cdot K_{\alpha}, \quad (25)$$

где $G_{\text{чсд}}, G_{\text{чпов}}$ – часовая тарифная ставка, соответствующая среднему разряду работ сдельщиков и повременщиков;

$t_{\text{ивпсд}}, t_{\text{штпов}}$ – штучно-калькуляционное время работ, оплачиваемых по сдельным, повременным тарифным ставкам, час;

K_{α} – коэффициент, учитывающий доплаты, надбавки, премии ($K_{\alpha} = 1,4 - 1,6$).

$$Z_{\text{осн}} = 1,5 \cdot (180 \cdot 66,46 - 160 \cdot 4,2269)/60 = 827 \text{ руб.}$$

5. Дополнительная заработная плата рабочих основного производства

В себестоимость единицы продукции дополнительная заработная плата включается прямым счетом пропорционально основной зарплате.

Определяется в процентах от основной зарплат:

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (26)$$

где $K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий выплаты за неотработанное время, $K_{\text{доп}} = 0,5$.

$$Z_{\text{доп}} = 0,5 \cdot 827 = 413,5 \text{ руб.}$$

6. Отчисления единого социального налога

Размер отчислений определяется в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы рабочих основного производства. В себестоимость продукции прямым путем.

$$Z_{\text{отчЕСН}} = (Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}) \cdot 0,26 = (827 + 413,5) \cdot 0,26 = 322,5 \text{ руб.}$$

7. Отчисления на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Размер отчислений определяется в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы рабочих основного производства (Федеральный закон от 02.01.05, №10-ФЗ).

$$Z_{\text{отчОСС}} = (Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}) \cdot 0,021 = (827 + 413,5) \cdot 0,021 = 26,1 \text{ руб.}$$

Суммированием результатов расчета по статьям 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 вычисляется итоговая сумма прямых затрат.

Прямые затраты: $12,5 + 827 + 413,5 + 322,5 + 26,1 = 1601,6$ руб.

8. Расходы на подготовку и освоение производства

К этим расходам относятся затраты по подготовке и освоению производства новых изделий (расходы на разработку конструкторской и технологической документации, проектирование и изготовление технологического оснащения, организационную подготовку производства и освоение). Сметы расходов по освоению рассчитываются по действующим нормам и нормативам либо по опытным данным.

$$P_{\text{пл}} = 0,05 \cdot Z_{\text{осн}} = 0,05 \cdot 827 = 41,35 \text{ руб.}$$

9. Общепроизводственные расходы

Распределение общепроизводственных расходов в себестоимости продук-

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производственная (заводская) себестоимость

Определяется суммированием к цеховой себестоимости общехозяйственных расходов $P_{ох}$ и налогов, включаемых в себестоимость продукции по формуле:

$$C_{зав} = C_{ц} + P_{ох} + \text{налоги} = 2071,95 + 910 + 86,61 = 3068,56 \text{ руб.}$$

12. Внепроизводственные (коммерческие) расходы

Расходы, связанные со сбытом продукции, включая стоимость упаковки и тары, могут быть приняты в размере 2% от производственной себестоимости:

$$P_{внпр} = 0,02 \cdot 3068,56 = 61,4 \text{ руб.}$$

Полная (коммерческая) себестоимость. Определяется суммированием к производственной себестоимости внепроизводственных расходов:

$$C_{пол} = C_{зав} + P_{внпр} = 3068,56 + 61,4 = 3129,9 \text{ руб.}$$

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной работы были разобраны и проанализированы чертеж и технологический процесс действующего предприятия.

Для проектного варианта был выбран наилучший способ получения заготовки в условиях среднесерийного производства, основное технологическое оборудование. Так же была сформирована операционно-маршрутная технология, произведён размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса, рассчитаны режимы резания и нормы времени на все операции.

В конструкторской части была проанализирована и выбрана технологическая оснастка и режущий инструмент, было спроектировано контрольно-измерительное приспособление.

Для обработки детали спроектирована планировка этого участка в цехе. Также были рассмотрены необходимые вопросы по технике безопасности и охране труда.

Рассчитана стоимость изготовления детали.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Шамин В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: Компьютерная версия учебного пособия. – 4-е изд., перер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 530 с.
- 2) Кулыгин В.Л. Технология машиностроения: учебное пособие для студентов вузов/ В.Л. Кулыгин, В.И. Гузеев, И.А. Кулыгина. – М.: «Издательский Дом «БАСТЕТ», 2011. – 184 с.
- 3) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – Москва: Изд. Экономика, 1990. – 473 с.
- 4) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть I. Нормы времени. – Москва: Изд. Экономика, 1990. – 473 с.
- 5) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 6) Каталог токарного и вращающегося инструмента Sandvik Coromant – <https://www.sandvik.coromant.com>.
- 7) Каталог инструментальной оснастки – <https://www.ews-tools.de/ru>.

					15.03.05.2019.001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73