

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса шестеренчатого насоса

Студент	<u>С.И. Фролов</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2021

Аннотация

Технологический процесс изготовления корпуса шестеренчатого насоса. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2021.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления корпуса шестеренчатого насоса для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проведен первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- подобран метод и спроектирована заготовка;
- проработаны отдельные операции технологического процесса, и сформирована на данной базе высокопрогрессивная технология, с использованием современного уровня производства;
- разработана высокопрогрессивная оснастка и инструмент, для реализации технологического процесса;
- в графической части выполнен рабочий чертеж детали, чертежи заготовки, плана обработки, наладок, приспособления и инструмента;
- проведен анализ экономической эффективности и безопасности технологического процесса.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 60 страниц, содержащую 19 таблиц, 8 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	13
2.4 Разработка технологических операций.....	20
3 Расчет и проектирование оснастки.....	22
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	22
3.2 Совершенствование инструмента.....	26
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	32
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	32
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	32
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	33
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	34
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта...	36
4.6 Выводы по разделу.....	37
5 Экономическая эффективность работы.....	38
Заключение.....	42
Список используемых источников.....	43
Приложение А Маршрутная карта.....	46
Приложение Б Операционные карты.....	50
Приложение В Спецификация.....	59

Введение

Современное экономическое и технологическое развитие Российской Федерации требует широкое использование новых, прогрессивных технологий в различных сферах и отраслях. Это позволит нашей стране быть конкурентоспособной и востребованной в мировой экономике, осваивать новые сегменты рынков, и оптимизировать работу в уже существующих.

Значительной долей в экономике нашей страны обладают нефтяная, химическая и судостроительная промышленности, приносящие в бюджет стабильные и значительные средства. Поэтому, применение новых, прогрессивных технологий в данных сферах, способно дать хорошую и весомую практическую отдачу.

Технической основой нефтяной, химической и судостроительной промышленности, являются силовые машины, различных типов и назначения, которые зачастую отличаются большими габаритами и массой, и как следствие высокой стоимостью. Кроме этого, существует ряд типов машин, в которых жидкость требуется передать на значительное расстояние. В таком типе машин часто используются шестеренчатые насосы. Поэтому, увеличение качества и снижение себестоимости изготовления таких деталей является актуальной задачей современной экономики.

Важнейшей деталью шестеренчатого насоса, определяющей надежность его работы, является корпус. Данная деталь связывает воедино все детали насоса и обеспечивает герметичность насоса в процессе эксплуатации. Таким образом, качество изготовления данной детали, будет определяющим для надежности работы насоса в целом.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления корпуса насоса с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Шестеренчатые насосы нашли очень широкое применение в различных технических системах современного производства машин, химии и нефтехимии, судостроения и так далее. Важной особенностью такого рода механизмов является достаточно высокие мощностные характеристики при достаточно компактных размерах, именно это соотношение габаритов и развиваемой мощности способствует широкому применению насосов данного типа.

Важнейшей деталью такого насоса, определяющей его надежную работу, является его корпус. Корпус насоса необходим для конструктивного размещения других деталей на своих рабочих поверхностях, и для обеспечения высокой точности взаимного расположения данных деталей. Точность таких рабочих поверхностей корпуса достигает седьмого качества, а шероховатость значения 0,63 микрометра. При этом, твердость детали достигает не менее 215 НВ.

Для достижения данных требований, с наименьшими затратами, необходимо проектирование высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства.

Материалом детали – «Корпус» является сталь 45Л. Данная сталь обладает повышенными литейными свойствами, позволяющими существенно снизить брак в процессе литья и существенно повысить качество отливок.

В таблицах 1 и 2, расположенных ниже, указаны основные свойства и состав стали 45Л. Основными свойствами, влияющими на работоспособность материала в процессе изготовления и эксплуатации, являются: вид поставки, предел прочности, твердость, удлинение при разрыве. Остальные свойства для деталей данного типа не являются критически важными. С точки зрения

состава материала критически важными нужно считать количество углерода, железа, хрома, никеля, марганца и других элементов.

Таблица 1 – Характеристики стали 45Л.

Твердость, НВ	Предел прочности, МПа	Вид поставки	Относительное удлинение, %
215	186-260	Отливка	1-1,15

Таблица 2 – Состав стали 45Л.

Элемент	C	Fe	S	Si	Ni	Mn	Cr	Cu
Содержание в %	0,042-0,5	0,2-0,5	не более 0,3	остальное	не более 0,3	0,4-0,9	не более 0,3	не более 0,3

1.2 Классификация поверхностей детали

Дальнейшее проектирование технологического процесса (ТП) детали требует всестороннего анализа конструктивных особенностей каждой из ее поверхностей. Для удобства проведения такого анализа, каждой из поверхностей присваивается определенный номер, а результатом анализа является отнесение каждой конкретной поверхности к определенной классификационной группе по служебному назначению.

На рисунке 1 показан общий вид детали, с обозначенной определенным номером каждой поверхности. Всего деталь имеет пятнадцать поверхностей разного назначения. Ориентируясь на рисунок 1, отнесем каждую из поверхностей к определенной классификационной группе по служебному назначению:

- поверхность 1 – основная база;
- поверхность 2 – исполнительная;
- поверхность 3 – вспомогательная база;

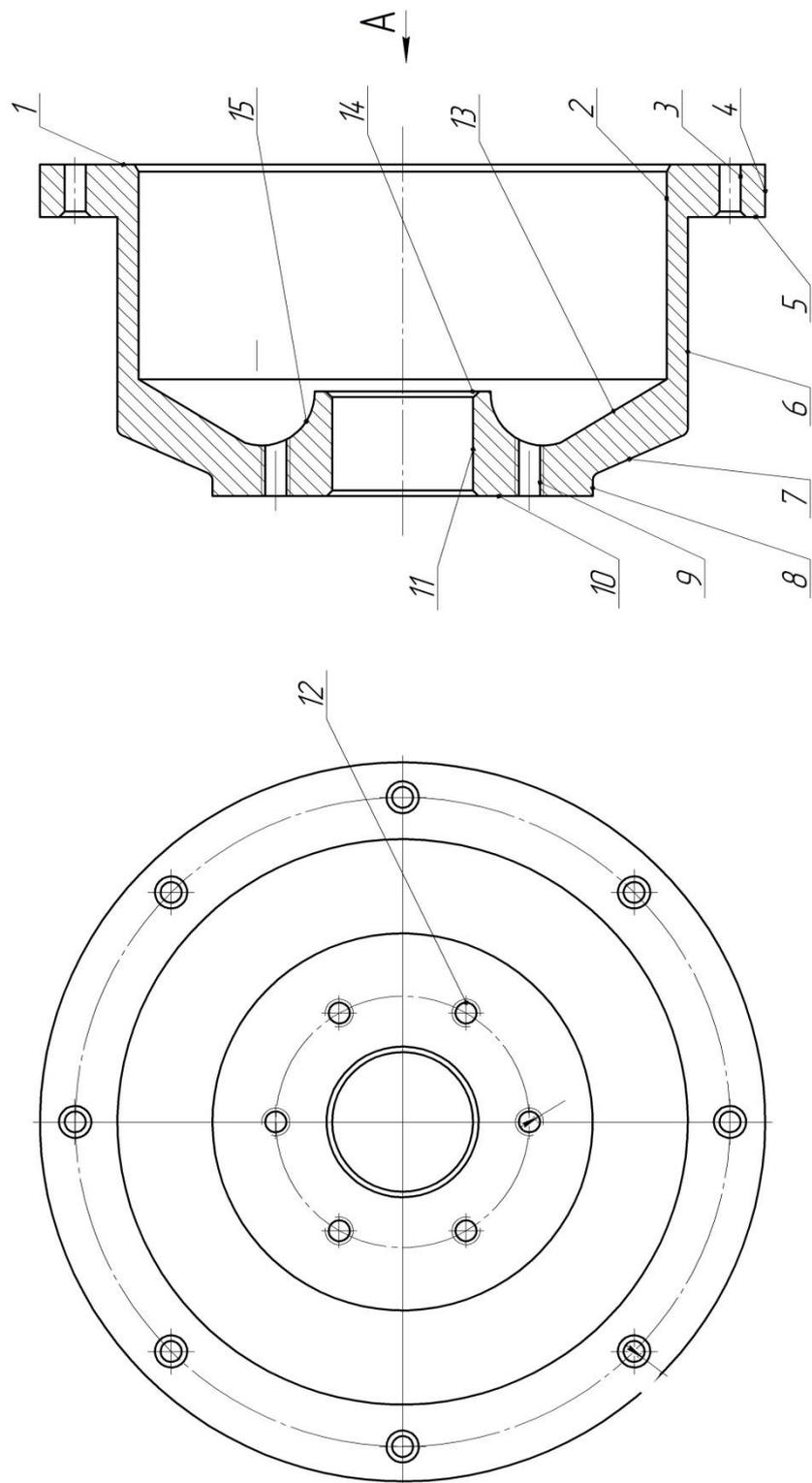


Рисунок 1 – Деталь - «Корпус», общий вид

- поверхность 4 – свободная;
- поверхность 5 – свободная;
- поверхность 6 – свободная;
- поверхность 7 – свободная;
- поверхность 8 – свободная;
- поверхность 9 – вспомогательная база;
- поверхность 10 – вспомогательная база;
- поверхность 11 – исполнительная;
- поверхность 12 – свободная;
- поверхность 13 – свободная;
- поверхность 14 – вспомогательная база;
- поверхность 15 – свободная.

Опираясь на данную классификацию можно перейти к последующим этапам проектирования ТП.

1.3 Технологичность детали

Количественная оценка критериев технологичности детали, представлена ниже в форме таблицы 3.

Таблица 3 – Критерии технологичности детали

Критерий технологичности	Расчетная зависимость	Значение критерия
Критерий по шероховатости	$K_{ш}=1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/43=0,02$
Критерий по материалу	$K_{м}=М_{д}/М_{з}$	$K_{м} = 22,5/24,5 = 0,91$
Критерий по унификации	$K_{у}=Q_{у.}/Q_{э}$	$K_{у}=3/15=0,2$
Критерий по точности	$K_{т}=1-1/T_{ср}$	$K_{т} = 1-(1/10,5)=0,9$

Вывод: деталь - «Корпус», согласно количественным критериям технологичности показывает по большинству критериев достаточно высокую технологичность, что существенно упрощает дальнейшее проектирование ТП.

1.4 Задачи работы

Раздел «Ведение» данной бакалаврской работы необходим для формирования цели, которая и была сформулирована в окончании данного раздела. Данной цели подчинены все разделы данной работы, по мере выполнения работы будут последовательно решаться отдельные, локальные задачи, решение которых в полном объеме позволит достигнуть поставленной цели. К таким последовательно решаемым локальным задачам можно отнести следующие задачи:

- первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- в графической части выполнение рабочего чертежа детали;
- подбор метода и проектирование заготовки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа заготовки;
- проработка отдельных операций ТП, и формирование на данной базе высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства;
- в графической части выполнение рабочего чертежа плана обработки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа наладок;
- разработка высокопрогрессивной оснастки, для реализации ТП;
- в графической части выполнение рабочего чертежа высокопрогрессивной оснастки;
- разработка высокопрогрессивного инструмента, для реализации ТП;
- в графической части выполнение рабочего чертежа высокопрогрессивного инструмента;
- разработка эффективных мероприятий в области охраны труда;
- определение величины экономического эффекта.

2. Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Для определения типа производства будем использовать методику [18], которая позволяет очень быстро определить искомый тип производства. Данная методика использует два основных параметра: годовую программу – 15000 дет./год и масса – 22,5 кг. Тогда, согласно, данной методики [18], тип производства – среднесерийный.

Данный тип производства широко используется в современном машиностроении, он подразумевает регулярное повторение партий изделий определенной номенклатуры. Стратегически такому типу производства присущи следующие характеристики:

- высоко универсальность оборудования;
- высоко универсальность инструмента;
- высоко универсальность средств контроля;
- высоко универсальность оснастки;
- высоко квалифицированность операторов и наладчиков;
- высоко применяемость достижений науки в ТП;
- организация ТП, по переменнo-поточному принципу;
- документация в виде технологических карт;
- распределение оборудования в цеху – по предметно замкнутым участкам и по типу;
- по заготовке – отливка, штамповка, сварка;
- значение критерия концентрации операций 10-20;
- перемещение деталей электрокаром или вручную;
- режимы обработки – по нормативам;
- определение характеристик ТП с точки зрения нормирования – по нормативам;
- нахождение припусков – по переходам.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Исходя из стоимостных и конструктивных характеристик данной детали, можно предложить два метода получения заготовки: литье в землю и сварная конструкция из проката-трубы и отливки. Окончательный выбор метода получения будет сделан после расчета стоимости обоих вариантов по методике [17]. Данные по этому расчету представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет стоимости заготовки

«Метод получения заготовки» [17]	«Масса детали, кг» [17]	«Масса заготовки, кг» [17]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [17]	«Стоимость механической обработки, руб.» [17]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [17]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [17]
Сваркой	22,5	27	112	312	1,4	3024
Отливка	22,5	24,5	72	152	1,4	1916

Как видно из таблицы 4 вариант номер два – отливка является более предпочтительным по стоимости. По формуле 1 определим приблизительную величину стоимостного эффекта от применения отливки.

$$\text{Э} = (C_1 - C_2) \times N = (3024 - 1916) \times 15000 = 1662000 \text{ руб.} \quad (1)$$

Таким образом, можно сказать, что применение отливки в землю позволит получить сравнительный эффект, в сравнении со сварной заготовкой в размере 1662000 рубля, поэтому заготовка должна получаться в ТП именно этим способом.

Данный метод достаточно технологичен и универсален, обладает необходимой производительностью и точностью, что соответствует необходимым требованиям и дает возможность применить его в данном ТП.

Таблица 5 – Основные характеристики заготовки

Характеристика	Значение
Твердость	150-210 НВ
Класс точности размеров	9
Класс точности масс	9
Степень коробления	2
Ряд припусков	5
Неуказанные уклоны	5°
Неуказанные радиусы	4 мм
Очистка поверхности	пескоструйная
Величина наружных дефектов	половина припуска
Наличие заусенца	не допускается
Наличие литников и прибылей	необходимо удалить

Таким образом, заготовка для данной детали спроектирована и можно переходить к следующему этапу разработки ТП.

2.3 Разработка ТП изготовления детали

В процессе разработки ТП изготовления детали сначала необходимо разработать маршруты обработки для каждой из поверхностей детали.

Поверхность 1 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 2,5 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, чистовое точение, термообработка, внутреннее шлифование, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 2 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 0,63 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, чистовое точение, термообработка, внутреннее шлифование, мойка, контроль. Такой

подбор переходом позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 3 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, зенкерование, термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 4 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 5 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, чистовое точение, термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 6 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 7 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 8 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 9 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, нарезание резьбы, термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 10 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, чистовое точение, термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 11 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость

до 0,63 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, чистовое точение, термообработка, внутреннее шлифование, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 12 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, нарезание резьбы, термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 13 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 14 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 2,5 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, чистовое точение, термообработка, внутреннее шлифование, мойка, контроль. Таков подбор переходом позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Поверхность 15 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 215 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - цилиндрическая.

Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль. Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Далее необходимо разработать ТП изготовления детали в целом, данные по разработке ТП показаны ниже, в таблице 6.

Таблица 6 - Маршрут изготовления детали

№ операции	Название операции	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм	Оборудование
000	Заготовительная	Литье в землю	16	80	-
010	Токарная	переход 1 - точить цилиндрическую поверхность 2	12	12,5	Токарный станок с ЧПУ FANUC
		переход 2 - подрезать торцы 14,16,15			
020	Токарная	переход 1 - точить цилиндрическую поверхность 113	12	12,5	
		переход 2 - подрезать торец 11			
030	Токарная	переход 1 - точить цилиндрическую поверхность 112	9	2,5	
		переход 2 - подрезать торцы 14,16,15			
		переход 3 - точить канавку поверхность 8,9			
040	Токарная	переход 1 - точить цилиндрическую поверхность 3	9	2,5	
		переход 2 - подрезать торец 11			

Продолжение таблицы 6

№ операции	Название операции	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм	Оборудование
		переход 3 - точить канавку поверхности 10,15,17			
050	Фрезерная	переход 1 - засверлить	-	-	Фрезерный станок с ЧПУ FANUC
		переход 2 - сверлить 3 отверстия поверхность 7	12	12,5	
		переход 3 - зенкеровать 3 отверстия поверхность 7	9	6,3	
		переход 4 - развернуть 3 отверстия поверхность 7	7	2,5	
		переход 5 - сверлить 3 отверстия поверхность 8	12	12,5	
		переход 6: нарезать резьбу поверхность 8	7	2,5	
060	Термическая - НВ 215±2 - закалка, отпуск				
070	Очистная				
080	Контрольная				
090	Внутришлифовальная	Шлифовать поверхность 2	7	0,8	Внутришлифовальный станок FANUC
100	Внутришлифовальная	Шлифовать поверхность 3	7	0,8	Внутришлифовальный станок FANUC
110	Хромирование - Хтв 70				
120	Хонинговальная	Хонинговать поверхность 2	7	0,32	Хонинговальный станок FANUC
130	Хонинговальная	Хонинговать поверхность 3	7	0,32	Хонинговальный станок FANUC
140	Моечная				
150	Контрольная				

Следующим этапом разработки ТП является обеспечение технологической оснасткой и инструментом данного ТП. Данные по технологическому оснащению представим в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Технологическая оснастка ТП

№ операции	Инструмент	Оснастка			
		Станочная	Контрольная		
000	-	-	-		
010	Переход 1: Резец расточной	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой	Штангенциркуль ШЦ-III		
	Переход 2: Резец проходной упорный				
020	Переход 1: Резец расточной				
	Переход 2: Резец проходной упорный				
030	Переход 1: Резец расточной				
	Переход 2: Резец проходной упорный				
	Переход 3: Резец канавочный		Микрометр МК-50, Калибр-пробка гладкий		
040	Переход 1: Резец расточной				
	Переход 2: Резец проходной упорный				
	Переход 3: Резец канавочный				
050	Переход 1: Сверло диаметр 4,5			Приспособление специальное	Калибры-пробки гладкие, Штангенглубиномер ШГ-160
	Переход 2: Сверло ступенчатое спиральное диаметр 4,5				
	Переход 3: Зенкер диаметр 5,5				
	Переход 4: Развертка диаметр 6				
	Переход 5: Сверло диаметр 8				
	Переход 6: Метчик М8				
060	-	-	-		
070	-	-	-		
080	-	-	-		

Продолжение таблицы 7

№ операции	Инструмент	Оснастка	
		Станочная	Контрольная
090	Круг шлифовальный 1- 30×35×10 2F16LC28B5	Патрон мембранный	Калибры-пробки гладкие, Датчик активного контроля
100			
110	-	-	-
120	Головка хонинговальная	Приспособление специальное	Профилограф- профилометр
130			
140	-	-	-
150	-	-	-

2.4 Разработка технологических операций

Определение параметров ТП изготовления данной детали является следующим этапом разработки технологии изготовления. Ниже, в таблице 8 представлены основные параметры операций ТП.

Таблица 8 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	№ перехода	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	To, мин	Tшт, мин
000	-	-	-	-	-	-
010	1	0,49	200	60	0,4	2,4
	2	0,51	200		0,33	
020	1	0,26	200	60	0,3	1,7
	2	0,43	200		0,23	
030	1	0,12	450	60	0,8	7,03
	2	0,12	450		0,8	
	3	0,1	125		0,56	
040	1	0,1	450	60	0,5	4,55
	2	0,12	450		0,5	
	3	0,1	125		0,4	
050	1	0,15	1650	60	0,1	1,92
	2	0,15	1650		0,1	
	3	0,6	1650		0,1	
	4	0,6	1650		0,1	
	5	0,15	1650		0,1	
	6	1,5	1650		0,11	
060	-	-	-	-	-	-
070	-	-	-	-	-	-
080	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 8

№ операции	№ перехода	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	To, мин	Tшт, мин
090	-	0,7	2000	-	1,2	3,1
100	-	0,7	2000	-	1,1	2,9
110	-	-	-	-	-	-
120	-	0,7	480	-	1,5	3,15
130	-	0,7	480	-	1,2	2,52
140	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-

В графической части данной бакалаврской работы на основании данных текущего раздела выполнены: рабочий чертеж заготовки, чертеж плана обработки, чертеж наладки по операции 010 Токарная, 050 Сверлильная и 100 Хонинговальная.

В приложении «А» данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» – операционные карты.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе выполнения данного раздела решены следующие задачи работы:

- подбор метода и проектирование заготовки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа заготовки;
- проработка отдельных операций ТП, и формирование на данной базе высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства;
- в графической части выполнение рабочего чертежа плана обработки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа наладок;
- разработка высокопрогрессивной оснастки, для реализации ТП.

3 Расчет и проектирование оснастки

3.1 Расчет и проектирование приспособления

На операции 10 Токарная ТП изготовления корпуса насоса для зажима заготовок применяется трехкулачковый патрон. Задачей данного раздела является разработка конструкции и проектирование данного приспособления. Эскиз операции показан ниже на рисунке 3.

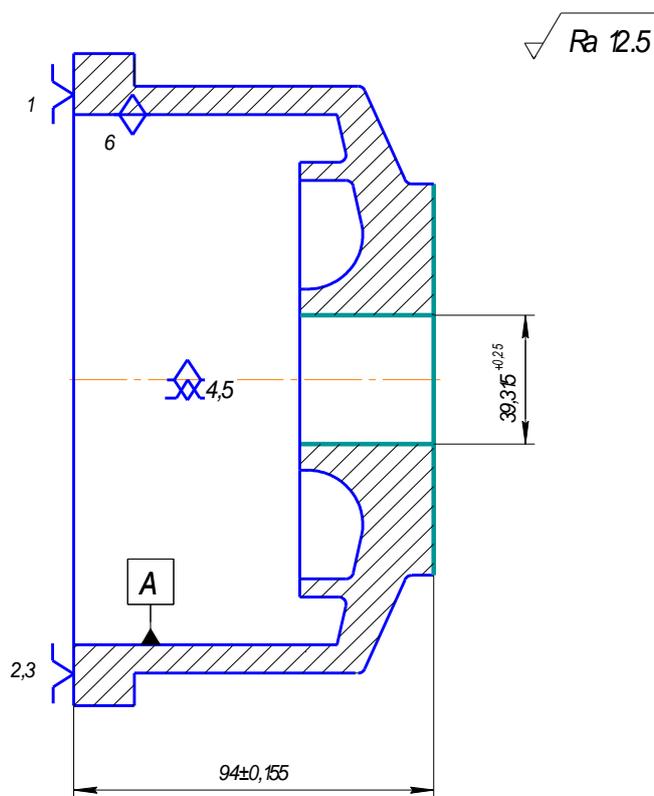


Рисунок 3 – Эскиз операции

Исходные данные, для проведения соответствующего расчета содержатся в разделах 1 и 2 настоящей работы. Первым этапом проектирования патрона является расчет режимов резания, по формуле 2, представленной ниже.

$$P_{z,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2)$$

где C_p , x , y , n – постоянные обработки [19];

t , S , V , n – режимы обработки, пункт 2,5, настоящей работы.

Подставим соответствующие данные в формулу (2), произведем расчет:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2 \cdot 0.26^{0.75} \cdot 56^{-0.15} \cdot 0.762 = 910.14 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2^{0.9} \cdot 0.26^{0.6} \cdot 56^{-0.3} \cdot 0.875 = 528.53 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2 \cdot 0.26^{0.5} \cdot 56^{-0.4} \cdot 0.822 = 567.95 \text{ Н}$$

Далее, проведем расчет усилия зажима. На рисунке 4 показана схема закрепления заготовки.

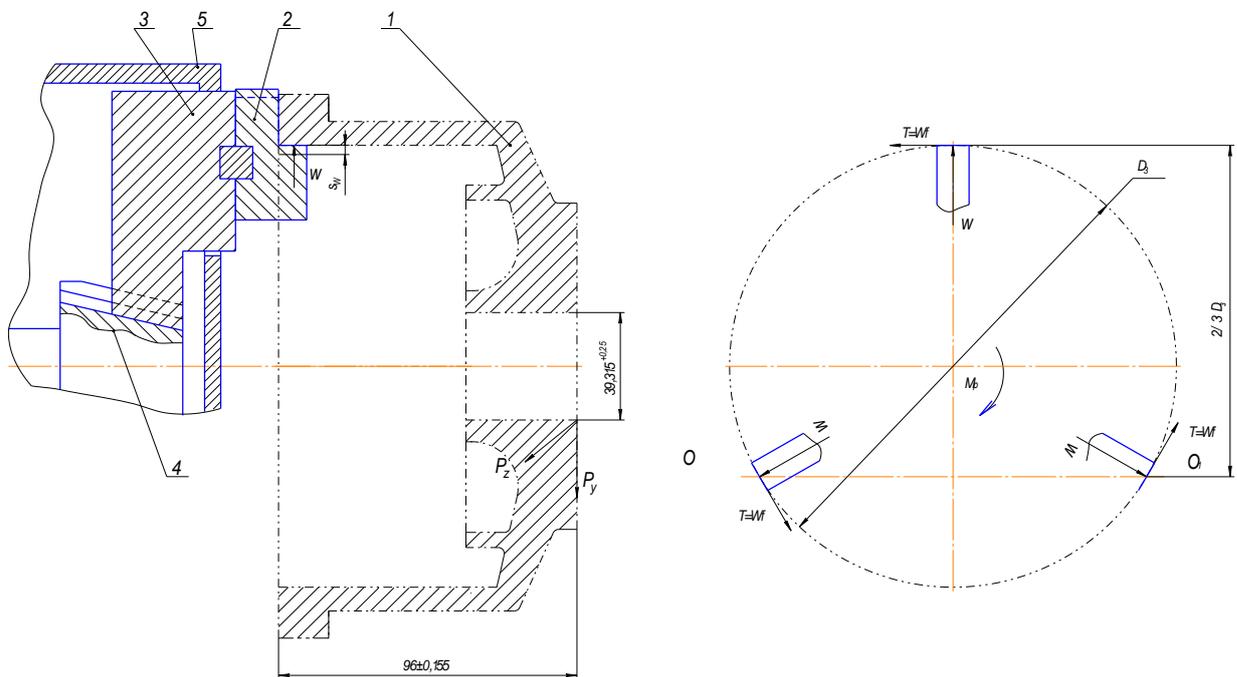


Рисунок 4 – Эскиз закрепления заготовки

Решая задачу статики на равновесие твердого тела, получим зависимости для определения усилий зажима по осям. Данные по такому расчету представим в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Определение усилия зажима

Расчетная зависимость	По оси X	По оси Y	По оси Z
Коэффициент запаса	2,29	3,024	2,16
Момент резания	$M_P^I = \frac{P_x \cdot D_1}{2}$	$M_P^{II} = P_y \cdot l^I$	$M_P^I = \frac{P_z \cdot D_1}{2}$
Момент закрепления	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$	$M_3^{II} = \frac{2}{3} \cdot W^{II} \cdot f \cdot D_2$	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$
Сила зажима	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$
Вычисление силы зажима	$W_z = \frac{2,5 \cdot 910,14 \cdot 39,315}{0,3 \cdot 146} = 1714 \text{ Н}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot 3,024 \cdot 528,53 \cdot 94}{2 \cdot 0,3 \cdot 146} = 5145,13 \text{ Н}$	$W_z = \frac{2,5 \cdot 910,14 \cdot 39,315}{0,3 \cdot 146} = 2042 \text{ Н}$
Выбор наилучшего варианта	-	выбираем для дальнейшего расчета	-
Корректировка силы зажима	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K/H_K)}; W_1 = \frac{5145,13}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (30/50)} = 6274,55 \text{ Н}$		

Расчет основных параметров привода и зажимного механизма патрона представлен в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Основные параметры привода и зажимного механизма патрона

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Передаточное отношение	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi_1}$	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(15 + 6) + tg 6} = 2,044$
Усилие привода	$Q = W_1 / i_c$	$Q = 6274,55 / 2,3 = 2728 \text{ Н}$
Диаметр поршня, мм	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2728}{1,0 \cdot 0,95}} = 54$

Продолжение таблицы 10

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Принимаемое значение диаметра поршня, мм	-	63
Погрешность установки	$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = 0,5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots}$	$\varepsilon_{\Delta_5} = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2} = 0,023$

«Патрон состоит из корпуса 1, в котором установлен клин 4, в наклонные пазы которого входят подкулачники 5. К подкулачникам винтами 32 с помощью сухарей 6 крепятся кулачки 7. Деталь устанавливается до упора в опору 8, которая крепится к стойке 9 корпуса 1 винтами 27. К клину 4 с помощью втулки 2, зафиксированной винтом 13 крепится винт 30. Винт 13 входит в отверстие вала. Чтобы определить радиальное положение этого отверстия, во втулке установлен подпружиненный фиксатор 34 с конической головкой. Между корпусом 1 и корпусом 3 установлены две пружины 12. К корпусу 3 винтами 25 крепится крышка 10. В отверстиях корпуса 1 и корпуса 3 установлены направляющие шпонки 16 и 11. Патрон крепится к шпинделю с помощью винтов 29. Винт 30 с помощью муфты соединен со штоком 19 гидроцилиндра.» [2]

«Гидропривод установлен на конец шпинделя и крепится к станку винтами. Гидропривод содержит корпус 14, в котором на подшипниках 26 установлена крышка 9, крепящийся винтами 18 к корпусу 14 гидропривода. На конце штока 19 установлен поршень 12, закрепленный гайкой 30 со стопорной шайбой 20. Для предотвращения ударов поршня о стенки гидроцилиндра на нем установлены демпферы 25. Между подшипниками 26 установлена втулка 13. Левый подшипник фиксируется кольцом 21. Для подвода масла к гидроцилиндру в корпусе 14 имеются два отверстия с конической резьбой для крепления шлангов. Для подачи масла в рабочие полости гидроцилиндра в крышке 9 имеются каналы, выходные отверстия

которых закрыты пробками. Для уплотнения в гидроцилиндре установлены уплотнительные кольца 22,23,24.» [2]

«Самоцентрирующий патрон работает следующим образом. Заготовка устанавливается до упора в опору 8. При подаче воздуха в левую полость гидроцилиндра клин 4 отходит вправо, подкулачники скользят по наклонному пазу вверх и кулачок поднимается, закрепляя заготовку. При подаче воздуха в правую полость гидроцилиндра клин 4 отходит влево, подкулачники скользят по наклонному пазу вниз и кулачок опускается, раскрепляя заготовку.» [2]

Чертеж патрона представлен в графической части данной бакалаврской работы, а в приложении «В» данной работы приложена спецификация на приспособление.

3.2 Совершенствование инструмента

Проблема повышения стойкости инструмента является важнейшей проблемой в современном производстве. В частности это актуально для осевого инструмента, например сверл. Важной причиной падения стойкости является неравномерность температурных полей при резании. Поэтому способы эффективного контроля температуры инструмента в процессе резания, позволяют решить данную задачу. Рассмотрим способ контроля температуры сверла, изложенного на основе способа, представленного в патенте РФ № 2755620, В23В 49/00 от 12.10.2020 «Способ измерения термо-ЭДС при сверлении», авторов Скакун В. В., Джемалядинова Р. М., Акимова С. Н.

Способ включает установку сверла в сверлильном патроне станка, закрепление обрабатываемой детали на столе, электрическую изоляцию сверла от стола сверлильного станка и изоляцию обрабатываемой детали, сообщение сверлу вращательного, прямолинейного и возвратно-

поступательного движений, передачу и регистрацию термо-ЭДС от подвижного сверла к милливольтметру.

Изоляцию сверла осуществляют посредством разрезной электрической втулки в виде абразивного материала, а изоляцию обрабатываемой детали - посредством эбонитового диска и разрезной эбонитовой втулки. Передачу термо-ЭДС от подвижного сверла к милливольтметру осуществляют посредством закрепленной на шпинделе сверлильного станка фторопластовой втулки с медным диском на торце путем создания постоянного электрического контакта указанного медного диска и медного токосъемника.

Регистрацию термо-ЭДС осуществляют при подключении милливольтметра к обрабатываемой детали и медному токосъемнику посредством медных проводов. Повышается точность измерения термо-ЭДС при сверлении без нарушения электрического контакта.

Отличием данного технического решения от прототипа является тот факт, что:

1. Изоляция сверла осуществляется при помощи разрезной электрической втулки, состоящей из тканевой основы с нанесенным на нее слоем абразивного зерна или порошка, установленного в разрезной металлической втулке. Это в совокупности позволяет, с одной стороны избежать проскальзывания сверла в процессе резания, с другой защищает разрезную электрическую втулку от повреждения при закреплении в сверлильном патроне;

2. Изоляция обрабатываемой детали осуществляется при помощи эбонитового диска и разрезной эбонитовой втулки, а для предотвращения от повреждения разрезной эбонитовой втулки при зажатии обрабатываемой детали в сверлильном патроне, используются металлические прокладки;

3. Для передачи термо-ЭДС от вращающегося сверла (осуществляющего в процессе резания также возвратно-поступательное движение) к милливольтметру, разработана конструкция, содержащая

фторопластовую втулку, которая установлена на шпинделе сверлильного станка с медным диском на торце, соединенного с сверлом при помощи медного электропровода, передающего электрический сигнал через медный диск на медный токосъемник, постоянный электрический контакт которого, обеспечивается при помощи пружины, закрепленной одним концом с направляющей втулкой, а другим с подвижной втулкой.

Рисунок 5 - конструктивная схема способа измерения термо-ЭДС при сверлении в осевом сечении и местном разрезе.

Рисунок 6 - конструктивная схема электроизоляции сверла в осевом сечении.

Способ измерения термо-ЭДС при сверлении содержит стол сверлильного станка 1, фиксирующий винт 2, регулирующую стойку 3, гайки-барашки (барашковые) 4, пружину 5, фиксирующие хомуты 6, направляющую втулку 7, подвижную втулку 8, диэлектрик 9, медный токосъемник 10, фторопластовую втулку 11, шпиндель сверлильного станка 12, фиксирующие винты 13, медный диск 14, сверлильный патрон 15, сверло 16, обрабатываемую деталь 17, разрезную эбонитовую втулку 18, зажимные губки 19, эбонитовый диск 20, стол сверлильного станка 21, металлические прокладки 22, медные электропровода 23, милливольтметр 24, направляющий стержень 25, электроизоляционную прокладку 26, разрезную диэлектрическую втулку 27, разрезную металлическую втулку 28.

Принцип работы способа заключается в следующем: сверло 16 изолировано при помощи разрезной диэлектрической втулки 27, которая представляет собой абразивный материал, состоящий из тканевой основы с нанесенным на нее слоем абразивного зерна или порошка, которая также предотвращает проскальзывание сверла 16 в процессе резания. От повреждения разрезной диэлектрической втулки 27 в процессе установки сверла 16 в сверлильном патроне 15, предусмотрена разрезная металлическая втулка 28. Электроизоляцию обрабатываемой детали 17 от стола

сверлильного станка 21 обеспечивает разрезная эбонитовая втулка 18 и эбонитовый диск 20. От повреждения разрезной эбонитовой втулки 18 при

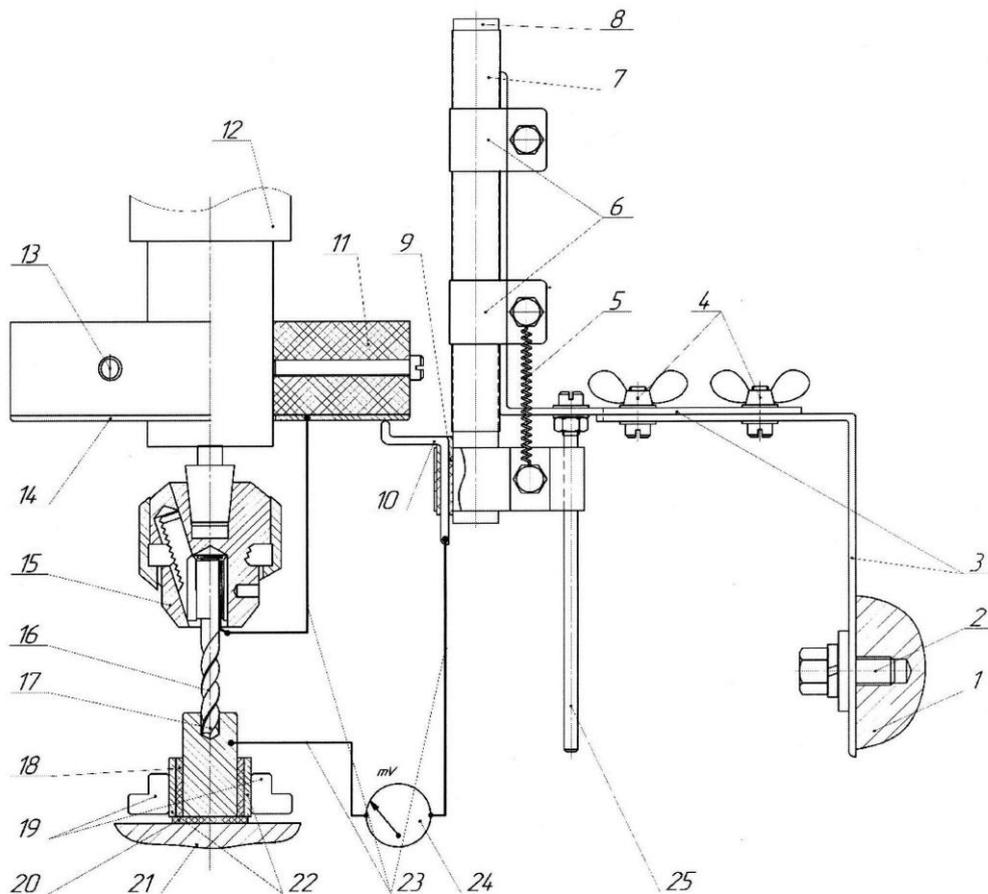


Рисунок 5 – Конструктивная схема способа измерения термо-ЭДС при сверлении в осевом сечении и местном разрезе

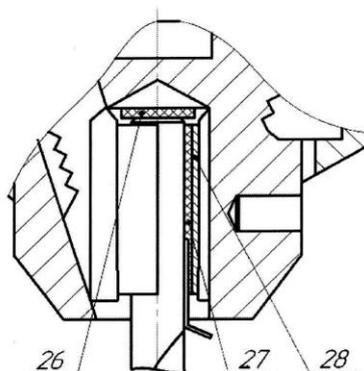


Рисунок 6 – Конструктивная схема электроизоляции сверла в осевом сечении

фиксации обрабатываемой детали 17, между зажимными губками 19 и разрезной эбонитовой втулкой 18 установлены металлические прокладки 22. Передачу термо-ЭДС от подвижного сверла 16, к неподвижному медному токосъемнику 10, обеспечивает закрепленная на шпинделе сверлильного станка 12 при помощи фиксирующих винтов 13 фторопластовая втулка 11, с расположенным на торце медным диском 14. Электрический контакт медного токосъемника 10 и медного диска 14 при прямолинейном, возвратно-поступательном и вращательном движении шпинделя сверлильного станка 12 и сверла 16, обеспечивается при помощи неподвижной направляющей втулки 7 и подвижной втулки 8, (закрепленных фиксирующими хомутами 6) а также направляющего стержня 25, расположенного на регулируемой стойке 3 установленной на столе сверлильного станка 1 при помощи фиксирующего винта 2.

Расположение медного токосъемника 10 относительно медного диска 14 регулируется при помощи гаек-барашков (барашковых) 4. Регистрация термо-ЭДС осуществляется при помощи милливольтметра 24 подключенного к обрабатываемой детали 17 и медному токосъемнику 10 при помощи электрических проводов 23. Медный токосъемник 10 также изолирован от подвижной втулки при помощи диэлектрика 9.

Способ работает следующим образом: Фторопластовая втулка с медным диском устанавливается в шпинделе сверлильного станка и закрепляется при помощи фиксирующих винтов, далее сверло с электрическим проводом, разрезной диэлектрической втулкой и разрезной металлической втулкой устанавливается в сверлильном патроне. Регулируемая стойка с гайками-барашками (барашковыми), пружиной, фиксирующими хомутами, направляющей втулкой, подвижной втулкой, медным токосъемником, направляющим стержнем устанавливаются на столе сверлильного станка при помощи фиксирующего винта. Положение медного токосъемника относительно медного диска регулируется при помощи гаек-барашков (барашковых). Обрабатываемая деталь также изолируется от стола

сверлильного станка при помощи разрезной эбонитовой втулки и эбонитового диска. Во избежание повреждения разрезной эбонитовой втулки при фиксации обрабатываемой детали, между зажимными губками и разрезной эбонитовой втулкой установлены металлические прокладки. Регистрация термо-ЭДС осуществляется при помощи милливольтметра, подключенного к обрабатываемой детали и сверлу, соединенного при помощи электрических проводов. Медный токосъемник также изолирован от подвижной втулки при помощи диэлектрика.

Предполагаемый эффект от применения данного способа, это повышение стойкости осевого инструмента – сверла, приблизительно на пятнадцать процентов.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе выполнения данного раздела были решены следующие задачи:

- разработана высокопрогрессивная оснастка, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивной оснастки;
- разработан высокопрогрессивный инструмент, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивного инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления корпуса шестеренчатого насоса с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 11 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 11 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье в землю	Литейщик	Литейная машина	Сталь 45Л, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная	Оператор станков с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ FANUC	Сталь 45Л, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 12 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении корпуса насоса» [7].

Таблица 12 - Определение рисков

«Технологическая операция» [7]	«Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)» [7]	«Источник ОВПФ» [7]
Литье	«ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты» [7]	Литейная машина
Точение	«Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов» [7]	«Токарный станок с ЧПУ FANUC зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении корпуса насоса. Снижение рисков достигается мерами (таблица 13)» [7].

Таблица 13 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов» [7]	«Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда» [7]	«Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные» [7]
«Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел» [7]	«Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда» [7]	Резиновые виброгасящие покрытия
«ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел» [7]	«Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда» [7]	Применение противозумных вкладышей
«ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями» [7]	«Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«В таблицах 14 – 17 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 14 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Литейный	Литейная машина	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки корпуса	Токарный станок с ЧПУ FANUC	Класс B, E	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 15 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 16 – Средств защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 17 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления корпуса	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в несгораемых ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 18 и 19. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 18 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления корпуса	Токарный станок с ЧПУ FANUC	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 19 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления корпуса насоса
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

4.6 Выводы по разделу

«Рассматривается обработка на заготовительной и токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарном станке с ЧПУ FANUC, которая включает переходы точения и растачивания. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы. Применяются материалы: сталь 45Л, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 11)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 12» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 13» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления корпуса (таблица 14). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 15, 16), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления корпуса (таблица 17)» [7].

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления корпуса на окружающую среду (таблица 18). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 19)» [7].

Выявив и проанализировав технологию изготовления корпуса и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Данный раздел предполагает выполнение экономического обоснования изготовления детали «Корпус шестеренчатого насоса». Полное описание технологического процесса изготовления детали представлено в предыдущих разделах бакалаврской работы. Основу проведения экономических расчетов составляют операции:

- 010-040 – токарные;
- 050 – фрезерная;
- 090 и 100 – внутришлифовальные;
- 120 и 130 – хонинговальные.

Чтобы провести соответствующие расчеты для определения экономической эффективности потребуются знание о применяемом оборудовании и используемой оснастке и инструменте, а также величина трудоемкости выполнения прописанных операций. Название оборудования и его модель представлены в таблице 6, применяемые для выполнения технологического процесса оснастка и инструмент представлены в таблице 7. Необходимые значения трудозатрат по операциям представлено в таблице 8. Остальные необходимые данные и методика проведения экономического обоснования представлены в методических рекомендациях [10].

Для расчета капитальных вложений, величины себестоимости и определения экономического эффекта использовалось программное обеспечение Microsoft Excel и методика расчета соответствующих показателей [10, с 12-23].

По методике «расчета технологической себестоимости технологического процесса» [10, с 17-19] были определены:

- материал (M)

- значения заработной платы оператора ($Z_{Пл.оп}$) и наладчика ($Z_{Пл.нал}$),
- начисления на заработную плату ($Нз.пл$);
- и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.об}$).

Полученные значения указанных величин представлены на рисунке 7 в виде столбчатой диаграммы.

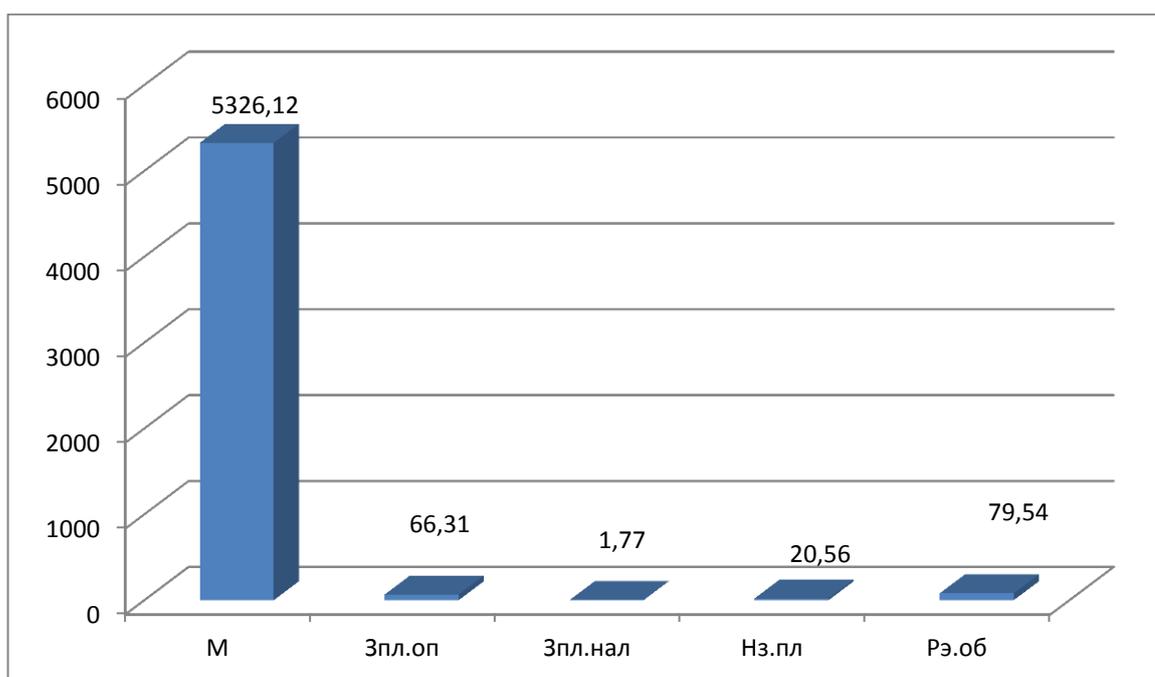


Рисунок 7 – Величина показателей, входящих в технологическую себестоимость детали «Корпус шестеренчатого насоса», руб.

Из диаграммы видно, что максимальную долю в величине себестоимости, составляют материалы, объем которых равен 97,21 % или 6117,5 рублей. Второе место в формировании себестоимости занимают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, эта доля равна 1,26 %. Третье место – это заработная плата рабочего-оператора, с объемом – 1,08 %. Четвертое места у начислений на заработную плату, с объемом 0,34 % Завершающее место в общей величине технологической себестоимости отведено заработной плате наладчика, со значением 0,03 %.

Учитывая значения, представленных на рисунке 7, путем их сложения, можно получить общую величину технологической себестоимости, которая составляет 6293 рубля.

Используя значение технологической себестоимости и величину заработной платы основных рабочих, по методике «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19], было определено значение полной себестоимости изготовления детали, величина которого составила 6580,8 рублей.

Далее, по методике «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16], была определена величина общих капитальных вложений, составляющая 13661636,63 рублей. Основные слагаемые этой величины представлены на рисунке 8, в виде круговой диаграммы.



Рисунок 8 – Величина показателей, из которых формируются общие капитальные вложения в изготовление детали «Корпус шестеренчатого насоса», руб.

Анализируя диаграмму (рис. 8), можно сказать, что максимальную долю затрат формируют затраты в основное технологическое оборудование, которая составляет почти 73,19 %. На втором месте по весомости, со значением 9,51 %, находятся затраты на доставку и монтаж оборудования. На третьем месте – затраты на оснастку и инструмент, величина которых составляет 4,51 %. На четвертом месте – затраты на управляющую программу, доля которых составляет 4,39 %. В интервале 3-4 % находятся затраты на транспортные средства (3,66 %). Ну и со значениями до 3 %, оказывают влияние на общие капитальные вложения такие затраты как: величина незавершенного производства (2,17 %), производственная площадь (1,91 %) и проектирование (0,65 %).

Применяя методику «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23], были проведены итоговые расчеты по определению экономической эффективности проекта. Данные расчеты подтвердили целесообразность внедрения данного технологического процесса изготовления детали «Корпус шестеренчатого насоса», так как интегральный экономический эффект составил 2654396,42 руб. Сам проект окупится в течение 1 года, что является достаточно хорошим показателем для внедрения технологий. А прибыль на каждый вложенный рубль составит 19 %, так как индекс доходности, согласно расчетам, получился 1,19 руб./руб.

Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов. Выполнены все необходимые чертежи в графической части работы. Для достижения цели работы, были рассмотрены и решены следующие задачи:

- проведен первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;

- в графической части выполнен рабочий чертеж детали;

- подобран метод и спроектирована заготовка;

- в графической части выполнен рабочий чертеж заготовки;

- проработаны отдельные операции ТП, и сформирована на данной базе высокопрогрессивная технология, с использованием современного уровня производства;

- в графической части выполнен рабочий чертеж плана обработки;

- в графической части выполнены рабочие чертежи наладок;

- разработана высокопрогрессивная оснастка, для реализации ТП;

- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивной оснастки;

- разработан высокопрогрессивный инструмент, для реализации ТП;

- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивного инструмента;

- обеспечены мероприятия по охране труда для реализации ТП для данной детали, определена величина экономического эффекта работы.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления корпуса насоса с минимальной себестоимостью достигнута.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	То.	Тшт-к.				
Б					Код, наименование оборудования															
Т01					Т5К10; 392104 Резец проходной упорный отогнутый с углом в плане 90° с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18879-73, Т5К10;															
Т02					393311Штангенциркуль ШЦ-Ш ГОСТ 166-80															
03																				
А05					030 4110 Токарная	ИОТ 687-98														
Б 06					381160 Токарно-винторезный станок 16Б16П	2	18217	412	1Р	1	1	55	1	2,16	7,02					
О 07					Расточить отв. пов. 12 выдерживая размер $\varnothing 149^{+0,1}$; подрезать торцы 4, 5, 6 выдерживая размеры $95,5 \pm 0,12$; $30 \pm 0,05$; соотв															
Т08					396111 Оправка с разрезными цапгами 7112-1496 ГОСТ 31.1066.02-85; 392104 Резец радиальной упорный отогнутый с углом в плане 90° с стальным хвостовиком для															
Т 09					глухих отверстий ГОСТ 18063-72, Т15К6; 392104 Резец проходной упорный отогнутый с углом в плане 90° ГОСТ 18879-73, Т15К6;															
Т 10					392104 Резец радиальной упорный отогнутый с углом в плане 90° ГОСТ 10044-73, Т15К6; 392190 Резец вставка канавочный специальный															
Т 11					393311Штангенциркуль ШЦ-Ш ГОСТ 166-80; 393311 Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-80; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.															
12																				
А 13					040 4110 Токарная	ИОТ 687-98														
Б 14					381160 Токарно-винторезный станок 16Б16П	2	18217	412	1Р	1	1	55	1	1,4	4,55					
О 15					Расточить отв. пов. 13 выдерживая размер $\varnothing 39,828^{+0,06}$; подрезать торцы 1 выдерживая размер $95 \pm 0,08$															
Т 16					396110 Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24351-80; 392104 Резец радиальной упорный отогнутый с углом в плане 60° ГОСТ 18882-73															
Т 17					Т15К6 392104 Резец проходной упорный отогнутый с углом в плане 90° ГОСТ 18879-73, Т15К6, 392190 Резец вставка канавочный															
Т 18					специальный К01-4112-000; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78; 393311Штангенциркуль ШЦ-Ш ГОСТ 166-80															
19																				
А 20					050 4121 Сверлильная с ЧПУ															
Б 21					381213 Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2	2	15292	22	1Р	1	1	55	1	0,706	1,92					
О 22					Засверлить 3 отв. пов. 10 выдерживая размеры $\varnothing 4,5^{+0,12}$; $91,5 \pm 0,105$; . Сверлить 3 отв. пов. 10 выдерживая размеры $\varnothing 4,5^{+0,12}$; $80 \pm 0,105$, $84 \pm 0,005$;															
О 23					Зенкеровать 3 отв. пов. 10 выдерживая размеры $\varnothing 5,5^{+0,03}$; $80 \pm 0,105$, $84 \pm 0,05$; Развернуть 3 отв. пов. 10 выдерживая размеры $\varnothing 6^{+0,0}$; $80 \pm 0,105$,															
О 24					84 $\pm 0,05$; Сверлить 3 отв. пов. 11 выдерживая размеры $\varnothing 6,4^{+0,15}$; $76 \pm 0,105$, $84 \pm 0,05$; Нарезать резьбу в 3-х отв. пов. 11 выдерживая размер М8 $\times 1,5$ -7Н															
Т 24					396171 Приспособление специальное; 391267 Сверло спиральное для зацентровки под сверление $\varnothing 4,5$ ОСТ 2 И21-2-76; Р6М5; 391267 Сверло															
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	То.	Тшт-к.					
Б					Код, наименование оборудования																
Т01					спиральное Ø4,5 ГОСТ 10903-77, Р6М5; 391620 Зенкер цельной Ø5,5 ГОСТ 211544-76, Т14К8; 391790 Развертка цельная Ø6 ГОСТ 1672-80, Т15К6;																
Т02					391290 Сверло ступенчатое Ø 6,4 под резьбу М8×1,5-7Н ОСТ 2 ИД1-2-76, Р6М5; 391391 Метчик М8×1,5-7Н ГОСТ 3266-81, Р18;																
Т03					393311 Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ162-80; 393141 Калибры-пробки гладкие ГОСТ 24853-81; 393140 Калибр-резьбовой ГОСТ24939-81																
05																					
А06					060 Термическая																
Б07					Печь шахтная																
О08					Закалка и отпуск всех поверхностей до твердости НВ 215±2																
09																					
А10					070 Очистная																
О11					Очистить поверхность от окалины																
12																					
А13					080 Контрольная																
О14					Контролировать твердость																
15																					
А16					090 4132 Внутришлифовальная																
Б17					381312 Внутришлифовальный станок 3К227Б	2	18873	412	1Р	1	1	1	55	1	3	6,3					
О18					1. Шлифовать пов. 13 выдерживая размер Ø150 ^{+0,04} ;																
Т19					396110 Патрон мембранный ГОСТ 16157-70; 398110 Круг шлифовальный ПШ30×35×102 А16СМ28К5; 393120 Калибр-пробка																
Т20					гладкий ГОСТ24853-81; 394630 Датчик активного контроля БВ-4100																
21																					
А22					100 4132 Внутришлифовальная																
Б23					381312 Внутришлифовальный станок 3К227Б	2	18873	412	1Р	1	1	55	1	2,5	5,25						
Б24																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

		Обозначение документа													
А	цех Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	То.	Тшт-к.
Б	Код, наименование оборудования														
О01	1. Шлифовать пов. 13 выдерживая размер Ø40 ^{+0,025} ;														
Т 02	396110 Патрон мембранный ГОСТ 16157-70; 398110 Круг шлифовальный ПШ30×35×10.2.А16СМ28К5; 393120 Калибр- пробка														
Т 03	гладкие ГОСТ24853-81; 394630 Датчик активного контроля БВ-4100														
05															
А 06	120	4192	Хонинговальная												
Б 07	381837	Вертикально-хонинговальный станок 3К84		2	381837	1Р	1	1	1	1	55	1	1.5	3.15	
О08	1. Хонинговать отв 12. в размер Ø150 ^{+0,04} до шероховатости Ra 0.32														
Т 09	396171 Приспособление специальное; 397140 Головка хонинговальная для обработки глухих отверстий; 397120 Алмазные бруски:														
Т 10	2768-0124-1-АСР63/50-100-МС2 ГОСТ16606-71; Контроль отверстия бесконтактным пневматическим устройством, 394300 Профилограф-														
Т 11	профилометр А1 ГОСТ19299-73														
12															
А 13	130	4192	Хонинговальная												
Б 14	381837	Вертикально-хонинговальный станок 3К84		2	381837	1Р	1	1	1	1	55	1	1.2	2.52	
О15	1. Хонинговать отв 13. в размер Ø40 ^{+0,025} до шероховатости Ra 0.32														
Т 16	396171 Приспособление специальное; 397140 Головка хонинговальная жесткая; 397120 Алмазные бруски: 2768-0008-1-АСР – 63/50-100-														
Т 17	МС2 ГОСТ16606-71; Контроль отверстия бесконтактным пневматическим устройством, 394300 Профилограф-профилометр А1														
Т 18	ГОСТ19299-73.														
19															
А 20	140	Моечная													
Б 21	Моечная машина														
22															
А 23	150	Контрольная													
Б 24	Профилограф-профилометр А1 ГОСТ19299-73.; ИПС-7; Биенмер Б-10М ТУ 2-034-216-85; Стол контрольный														
МК															

Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1			21.БР.ОТМП.318.70.000 СБ	Сборочный чертеж			
						<u>Детали</u>			
Стор. №		A1	1		21.БР.ОТМП.318.70.001	Корпус патрона	1		
		A3	2		21.БР.ОТМП.318.70.002	Втулка	1		
		A3	3		21.БР.ОТМП.318.70.003	Корпус	1		
		A3	4		21.БР.ОТМП.318.70.004	Клин	1		
		A3	5		21.БР.ОТМП.318.70.005	Подкулачник	1		
		A3	6		21.БР.ОТМП.318.70.006	Сухарь	6		
		A3	7		21.БР.ОТМП.318.70.007	Кулачок	3		
		A4	8		21.БР.ОТМП.318.70.008	Опора	1		
		A3	9		21.БР.ОТМП.318.70.009	Стойка	3		
		A4	10		21.БР.ОТМП.318.70.010	Крышка	1		
		A2	14		21.БР.ОТМП.318.70.014	Корпус гидроцилиндра	1		
		A4	19		21.БР.ОТМП.318.70.019	Шток	1		
		A4	25		21.БР.ОТМП.318.70.025	Демпферы	2		
		A3	29		21.БР.ОТМП.318.70.029	Крышка	1		
		A4	30		21.БР.ОТМП.318.70.030	Винт специальный	1		
		A3	33		21.БР.ОТМП.318.70.033	Втулка	1		
		A3	34		21.БР.ОТМП.318.70.034	Фиксатор	1		
		A3	37		21.БР.ОТМП.318.70.037	Поршень	1		
	A3	38		21.БР.ОТМП.318.70.038	Крышка	1			
		21.БР.ОТМП.318.70.000 СБ							
		Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разрад.	Фролов					Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Воронцов					Д	1	3
	Н.контр.	Воронцов					ТГУ ТМБз-1601а		
Утв.	Логинов								
		Патрон клиновой Сборочный чертеж							
		Копировал					Формат А4		

