

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 Разработка технологического процесса изготовления фланца
промежуточного токарного станка центра «Формула Станок»

Студент

А.В. Соловьев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.А. Козлов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н. Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.В. Краснов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Соловьев Арман Валерьевич: Разработка технологического процесса изготовления фланца промежуточного токарного станка центра «Формула Станок».

Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ, Тольятти, 2020 г.

Данная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления фланца промежуточного токарного станка. Работа разделена на 6 разделов. В первом разделе проводится анализ исходных данных. Во втором разделе проектируется технологический маршрут обработки заготовки и осуществляется расчет технологических операций. Третий раздел направлен на проектирование специального автоматизированного станочного приспособления. В четвертом разделе рассматриваются вопросы проектирования режущего инструмента. Пятый раздел посвящен анализу безопасности и экологичности технического объекта. В шестом разделе ведется расчет экономической эффективности принятых технических решений.

Пояснительная записка состоит из 59 страниц. Графическая часть включает 7 чертежей формата А1.

Abstract

As a result of our work we have designed the manufacturing process of the intermediate lathe flange adaptor.

In the course of work, the method of economic calculation was chosen for the stamping method of obtaining the workpiece. Based on the annual program of production of parts and weight, the serial production type is selected. Based on the required quality of processing, the methods of processing the surfaces of the part are selected. Based on these methods, the technological route for manufacturing the part is designed.

To fix the workpiece on the lathe, the design of an automated cartridge is made. The introduction of this device reduces the auxiliary operation time spent on the installation and removal of the workpiece.

A tap design has been developed for drilling operations. The modified design makes it possible to increase the durability of this tool by 1.5 times, improve the quality and accuracy of the thread being cut by upgrading the microgeometric parameters. These actions will reduce the time spent on drilling operations associated with tool replacement.

In this work, the safety analysis was performed and the environmental expertise was carried out.

The economic calculation of the proposed changes showed a positive effect.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Назначение и условия работы детали	7
1.2 Классификация поверхностей и анализ материала изделия....	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	9
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.4 Определение припусков.....	14
2.5 Расчет режимов резания.....	17
3 Проектирование специальных средств технологического оснащения.....	26
3.1 Анализ базового приспособления.....	26
3.2 Определение усилий резания.....	27
3.3 Расчёт усилия зажима	28
3.4 Расчёт зажимного механизма клинового патрона	29
3.5 Расчёт силового привода.....	30
4 Проектирование режущего инструмента.....	31
4.1 Описание операции.....	31
4.2 Проектирование метчика.....	32
4.3 Патентные исследования.....	34
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	39
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	40
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	41
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта...	42

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	44
6 Экономическая эффективность работы.....	46
Заключение.....	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А. Операционные карты.....	54

Введение

Продуктивность машиностроительных производств, главным образом, зависит от производительности оборудования. Одним из главных составляющих машиностроительного оборудования являются металлорежущие станки. Одной из самых обширных групп металлорежущих станков является токарная группа. В Тольяттинском государственном университете имеется целый комплекс токарных станков, на которых ведутся работы по выполнению заданий преподавателей, а также на этих станках изготавливаются детали для строительства и модернизации оборудования центра «Формула Станок».

В состав штучного времени обработки заготовок на станках входит вспомогательное время. Частью вспомогательного времени является продолжительность установки и снятия заготовки на станке, а оно зависит от станочного приспособления.

Очень удобным приспособлением токарного станка являются цанговые патроны. Установка и снятия заготовок на них занимает небольшое время. Такая оснастка является быстросъемной.

Для установки цангового патрона на токарный станок применяется фланец. Фланец выполняет функцию крепления цангового патрона к шпинделю токарного станка. Также фланец защищает механизмы токарного станка от попадания грязи.

От качества изготовления фланца зависит точность базирования патрона на металлорежущем станке, а это влияет на точность обработки деталей на этом оборудовании.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления фланца промежуточного токарного станка центра «Формула Станок» заданного качества с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали

Фланец выполняет функцию крепления цангового патрона к шпинделю токарного станка. Также фланец защищает механизмы токарного станка от попадания грязи.

1.2 Классификация поверхностей и анализ материала изделия

Пронумеруем все поверхности детали и произведем их классификацию по назначению (рисунок 1).

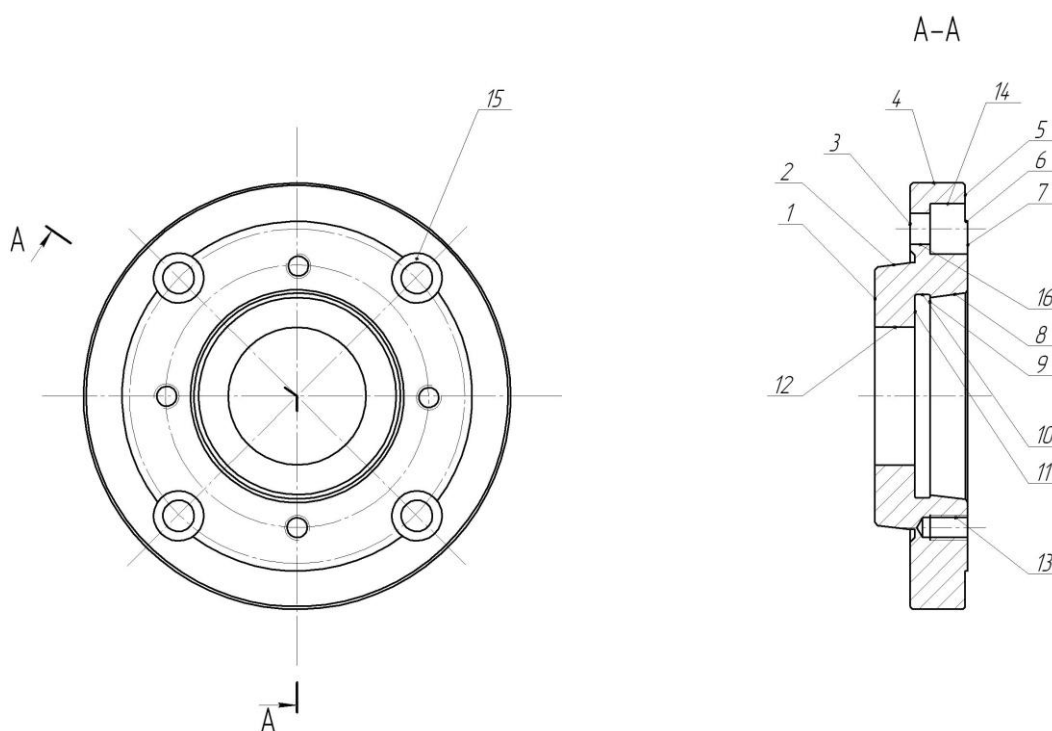


Рисунок 1 - Классификация поверхностей

Исполнительной поверхностью детали являются внутренняя коническая шейка 8. По ней базируется цанговый патрон.

Основными конструкторскими базами являются торец 3, прилегающий к шпинделю станка, а также наружная коническая шейка 2.

Вспомогательными конструкторскими базами детали являются торец 7, плоские поверхности под головки винтов 17 и резьбовые отверстия 13.

Материалом детали является сталь 45 ГОСТ 1050-88. [1]

Основными физико-механическими свойствами стали 45 являются: σ_B равно от 650 до 690 МПа, твердость после заготовительной операции НВ рана от 143 до 179 единиц. [1]

«Обрабатываемость данного материала определяется применяемым способом резания, так как один и тот же материал может плохо обрабатываться одним методом резания и хорошо другим. Следовательно, обрабатываемость материала резанием не является его константой; она зависит от комплекса первичных параметров, определяющих протекание физического механизма процесса, и вторичных параметров обработки. Обрабатываемость материала зависит также от вида операции и принимаемого критерия затупления инструмента. Так, например, обрабатываемость лезвийным инструментом может резко отличаться от обрабатываемость абразивным; многие материалы хорошо режутся на черновых операциях и плохо – на чистовых. Затрудненное стружкоотделение на операциях обработки отверстий может оказывать влияние на обрабатываемость резанием данного материала. В связи с этим и изменяются критерии обрабатываемости». [3]

В разделе проанализированы назначение и определены условия работы детали «фланец», выполнена классификация поверхностей детали, где определены исполнительные поверхности, основные и вспомогательные конструкторские базы, а также свободные поверхности. Также в разделе проанализированы свойства материала детали, которыми отличается сталь 45, для дальнейшего проектирования технологического процесса.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Определение типа производства

Тип производства выбирают в зависимости от двух факторов: заданной программы выпуска и массы детали.

В данном случае масса детали равна 3,6 кг., годовая программа выпуска детали равна 5000 штук в год.

Для этих параметров принимаем тип производства для нашей детали – среднесерийный.

«В серийном производстве используется универсальное, специализированное и специальное оборудование. Широко применяются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ, связанных транспортирующими устройствами. Применяется как универсальная, так и специальная оснастка, а также универсально-сборная, переналаживаемая технологическая оснастка, существенно повышающая коэффициент оснащенности среднесерийного производства. Средняя квалификация рабочих выше, чем в массовом производстве, но ниже, чем в единичном». [3]

2.2 Выбор метода получения заготовки

«В целях уменьшения расходов на материал, снижения трудоемкости и затрат на механообработку необходимо стремиться к тому, чтобы заготовка по своей форме и размерам в большей степени соответствовала геометрическим параметрам готовой детали. Это особенно важно при проектировании автоматизированных технологических процессов и производств. В месте с тем применение наиболее производительных, совершенных способов получения точных заготовок связано со значительные затраты на специальное оборудование и приспособления, целесообразность

использования которых становится оправданной при крупносерийном и массовом производстве. Согласно выбранной стратегии, определяем, что для данной детали целесообразно применить в качестве заготовки прокат или штамповку на ГКМ». [3]

«Производительность заготовительных процессов в большинстве случаев на порядок выше производительности техпроцессов механической обработки. Таким образом, перенос большей части процесса формообразования детали на заготовительное производство, на стадию получения точных заготовок позволяет значительно снизить расход материала и затраты на механическую обработку. Однако все это требует технико-экономического обоснования для каждого конкретного случая с учетом программы выпуска деталей, расхода материала, затрат на получение заготовки и ее механообработку». [3]

Масса заготовки при штампованной заготовке ее масса равна 5,3 кг., при заготовке-прокате ее масса равна 7,6 кг., а масса детали m равна 3,6 кг.

Определим стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке [4].

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_H \cdot C_K, \quad (1)$$

где $E_H = 0,15$; $C_c = 0,495$; $C_K = 1,085$. [4]

Тогда

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{ (руб./кг.)}$$

Определим стоимость одного килограмма заготовки, полученной штамповкой. [4]

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2)$$

где $C_{\text{шт}} = 0,15$; $k_T = 0,9$; $k_C = 0,84$; $k_B = 1,14$; $k_M = 1,0$; $k_n = 1,0$. [4]

Тогда

$$C_{заг} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ (руб.)}$$

Определим технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [4].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{шт} + C_{мех} (Q_{шт} - q) - C_{отх} (Q_{шт} - q), \quad (3)$$

где $Q_{шт} = 5,3$; $q = 3,6$; $C_{отх} = 0,0144$. [4]

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 5,3 + 0,6578(5,3 - 3,6) - (5,3 - 3,6)0,0144 = 2,5327 \text{ (руб.)}$$

Определим технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом.[4]

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 7,6 + 0,6578(7,6 - 3,6) - 0,0144(7,6 - 3,6) = 3,5000, \quad (4)$$

где $Q_{пр} = 7,6$; $q = 3,6$; $C_{отх} = 0,0144$. [4]

Наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

«Процесс формирования геометрической точности детали, качества поверхностного слоя, структуры материала детали представляет собой весьма сложную картину взаимного влияния большого множества факторов, действующих при обработке заготовки. Картина становится еще более сложной и запутанной из-за многовариантности технологических процессов как по составу технологических переходов, числу операций, так и по их последовательности. Поэтому технолог при разработке маршрута обработки заготовки должен учитывать это обстоятельство и предусмотреть

соответствующие мероприятия, исключаящие негативное влияние последующих переходов на достигнутое качество или снижающие их влияние до допустимого уровня. Решение этой задачи осложняется тем, что деталь описывается большим числом показателей качества, требующих разных методов обработки». [16]

«Содержание каждой операции характеризуется составом технологических переходов, величинами снимаемых припусков с обрабатываемых поверхностей и технологическими базами, а результат операции – получаемыми на каждом технологическом переходе размерами, отклонениями качества (погрешности размера, геометрической формы, шероховатости, отклонения качества поверхностного слоя), структурой материала, остаточными напряжениями». [16]

Качество изготовления поверхности зависит от получаемой точности, выражаемое качеством точности, а также от получаемой после обработки шероховатости поверхности.

Для качественной обработки поверхности 1 с параметрами R_a равно 3,2, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 2 с параметрами R_a равно 0,8, IT равно 6 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 3 с параметрами R_a равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 4 с параметрами R_a равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 5 с параметрами R_a равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 6 с параметрами Ra равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 7 с параметрами Ra равно 3,2, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 8 с параметрами Ra равно 0,8, IT равно 6 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 9 с параметрами Ra равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 10 с параметрами Ra равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 11 с параметрами Ra равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 12 с параметрами Ra равно 6,3, IT равно 14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для качественной обработки поверхности 13 с параметрами Ra равно 3,2, IT равно 10 необходима следующая последовательность методов обработки: сверление и резьбонарезание.

Для качественной обработки поверхности 14 с параметрами Ra равно 3,2, IT равно 10 необходима следующая последовательность методов обработки: сверление.

Для качественной обработки поверхности 15 с параметрами Ra равно 3,2, IT равно 10 необходима следующая последовательность методов обработки: сверление и зенкование.

Для качественной обработки поверхности 16 с параметрами Ra равно 6,3, IT равно 10 необходима следующая последовательность методов обработки: сверление.

2.4 Определение припусков

«Под припуском понимается слой материала, снимаемый с заготовки в результате выполнения одного или нескольких технологических переходов при обработке определенной поверхности. Размер, получаемый на детали после удаления припуска на заданном переходе, называется межпереходным. В свою очередь, размер на детали, получаемый после удаления припуска на определенной операции, называется операционным». [5]

Определим припуски на обработку самой точной поверхности с диаметром $106,375h6_{(-0,022)}$ мм.

Исходные данные: диаметр поверхности равен $106,375h6_{(-0,022)}$ мм.; длина поверхности равна 13 мм.; шероховатость поверхности Ra равна 0,8 мкм.

По ГОСТ 25346-89 определяем допуски на каждую операцию [7]:

$$Td_4 = 0,022; Td_3 = 0,054; Td_{TO} = 0,140; Td_2 = 0,087; Td_1 = 0,35; Td_0 = 2,0.$$

Определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки (мм).

$$\Delta = 0,25 \cdot Td . [8] \tag{5}$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,0 = 0,500 .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,35 = 0,088 .$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022 .$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,140 = 0,035 .$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,014 .$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,022 = 0,006.$$

Рассчитаем максимальные и минимальные значения припусков (мм).

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. \quad (6)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,500^2 + 0,025^2} = 0,901.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0} = 0,288.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{\partial 0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,022^2 + 0^2} = 0,122.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,014^2 + 0} = 0,064.$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). \quad (7)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,901 + 0,5(2,0 + 0,35) = 2,076.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,288 + 0,5(0,350 + 0,087) = 0,507.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,122 + 0,5(0,087 + 0,054) = 0,193.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,064 + 0,5(0,054 + 0,022) = 0,102.$$

Рассчитаем максимальный и минимальный диаметры на каждый переход (мм).

$$d_{4\min} = 106,353.$$

$$d_{4\max} = 106,375.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 106,375 + 2 \cdot 0,064 = 106,503.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 106,503 + 0,022 = 106,525.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 106,525 + 2 \cdot 0,122 = 106,769.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 106,647 + 0,140 = 106,909.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 106,787 \cdot 0,999 = 106,802.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 106,802 + 0,087 = 106,942.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 106,942 + 2 \cdot 0,288 = 107,518.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 107,518 + 0,350 = 107,868.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 107,868 + 2 \cdot 0,901 = 109,670.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 109,670 + 2,000 = 111,670.$$

Рассчитаем средние значения размеров (мм).

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}). \quad (8)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(111,670 + 109,670) = 110,670.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(107,868 + 107,518) = 107,693.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(106,942 + 106,802) = 106,872.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(106,909 + 106,769) = 106,839.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(106,525 + 106,503) = 106,514.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(106,375 + 106,353) = 106,364.$$

Рассчитаем общий припуск на обработку (мм).

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}. \quad (9)$$

$$2Z_{\min} = 109,670 - 106,375 = 3,295.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4. \quad (10)$$

$$2Z_{\max} = 3,295 + 2,000 + 0,022 = 5,317.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}). \quad (11)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,295 + 5,317) = 4,306.$$

2.5 Расчет режимов резания

2.5.1 Расчет режимов обработки на операцию 015 Токарная чистовая.

Переход 1.

«Глубина резания» $t = 2,0$ мм. [9]

«Подача» $S_0 = 0,3$ мм/об. [9]

«Скорость резания»

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (12)$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 150$ м/мин. [9]

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (13)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 116,4} = 410,4 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (14)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 116,4 \cdot 400}{1000} = 146,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \quad (15)$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} \quad (16)$$

$$T_0 = \frac{3}{120} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 2.

«Глубина резания» $t = 0,5 \text{ мм. [9]}$

«Подача» $S_0 = 0,2 \text{ мм/об. [9]}$

«Скорость резания»

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 150 \text{ м/мин. [9]}$

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150 \text{ м/мин.}$

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 170,6} = 280 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 170,6 \cdot 250}{1000} = 133,9 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} = \frac{76}{50} = 1,52 \text{ мин.}$$

Переход 3.

«Глубина резания» $t = 0,3 \text{ мм. [9]}$

«Подача» $S_0 = 0,2$ мм/об. [9]

«Скорость резания»

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 150$ м/мин. [9]

Тогда $V = 150 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150$ м/мин.

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 55} = 868,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 800}{1000} = 138,2 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} = \frac{17}{160} = 0,11 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 0,03 + 1,52 + 0,11 = 1,66 \text{ мин.}$$

2.5.2 Расчет режимов обработки на операцию 025 Сверлильная.

Переход 1.

Длина рабочего хода инструмента [9]

$$L = L_p + L_\Pi + L_D, \quad (17)$$

где $L_\Pi = 1$ мм; $L_D = 4$ мм.

Тогда

$$L = 23 + 1 + 4 = 28, \text{ мм.}$$

Рассчитаем стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda. \quad (18)$$

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p,x}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.} [9]$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ (мин).}$$

«Подача». [9]

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

«Скорость резания». [9]

$$V = V_{TA} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (19)$$

где $V_{TA} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9$. [9]

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,9 = 10,1, \text{ м/мин.}$$

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,1}{3,14 \cdot 12,5} = 257,3, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12,5 \cdot 250}{1000} = 9,8, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S_M} = \frac{28 \cdot 4}{50} = 2,24, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Длина рабочего хода инструмента [9]

$$L = L_p + L_{II} + L_D,$$

где $L_{II} = 1 \text{ мм}; L_D = 0 \text{ мм.}$

Тогда

$$L = 13 + 1 + 0 = 14, \text{ мм.}$$

Рассчитаем стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda.$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.} [9]$$

$$T_P = 60 \cdot 1 = 60 \text{ (мин).}$$

«Подача». [9]

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

«Скорость резания». [9]

$$V = V_{TA} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

$$V_{TA} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9. [9]$$

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,9 = 10,1, \text{ м/мин.}$$

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,1}{3,14 \cdot 20} = 160,8, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 160}{1000} = 10, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 160 = 32, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S_M} = \frac{14 \cdot 4}{32} = 1,75, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Длина рабочего хода инструмента [9]

$$L = L_P + L_{II} + L_D,$$

где $L_{II} = 1 \text{ мм}$; $L_D = 0 \text{ мм}$.

Тогда

$$L = 2,2 + 1 + 0 = 3,2, \text{ мм.}$$

Рассчитаем стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda.$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P,X}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.} [9]$$

$$T_P = 60 \cdot 1 = 60 \text{ (мин).}$$

«Подача». [9]

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

«Скорость резания». [9]

$$V = V_{TA} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

$$V_{TA} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9. [9]$$

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,9 = 10,1, \text{ м/мин.}$$

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,1}{3,14 \cdot 20} = 160,8, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 160}{1000} = 10, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 160 = 32, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S_M} = \frac{3,2 \cdot 4}{32} = 0,40, \text{ мин.}$$

Переход 4.

Длина рабочего хода инструмента [9]

$$L = L_P + L_{II} + L_D,$$

где $L_{II} = 1 \text{ мм}$; $L_D = 2,3 \text{ мм}$.

Тогда

$$L = 18 + 1 + 2,3 = 21,3, \text{ мм.}$$

Рассчитаем стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda.$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин.} [9]$$

$$T_P = 60 \cdot 1 = 60 \text{ (мин).}$$

«Подача». [9]

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

«Скорость резания». [9]

$$V = V_{TA} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $V_{TA} = 15$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$. [9]

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,9 = 10,1, \text{ м/мин.}$$

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,1}{3,14 \cdot 8,5} = 378,4, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 315}{1000} = 8,4, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S_M} = \frac{21,3 \cdot 4}{63} = 1,35, \text{ мин.}$$

Переход 5.

Длина рабочего хода инструмента [9]

$$L = L_P + L_{II} + L_D,$$

где $L_{II} = 1 \text{ мм}$; $L_D = 0 \text{ мм}$.

Тогда

$$L = 15 + 1 + 0 = 16, \text{ мм.}$$

Рассчитаем стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda.$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин. [9]}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ (мин).}$$

«Подача». [9]

$$S_0 = 1,5 \text{ мм/об.}$$

«Скорость резания». [9]

$$V = V_{TA} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $V_{TA} = 5$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$. [9]

$$V = 5 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,9 = 3,4, \text{ м/мин.}$$

«Частота вращения». [9]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 3,4}{3,14 \cdot 10} = 108,3, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 100 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 100}{1000} = 3,1, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 1,5 \cdot 100 = 150, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S_M} = \frac{16 \cdot 4}{150} = 0,43, \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 2,24 + 1,75 + 0,40 + 1,35 + 0,43 = 6,17, \text{ мин.}$$

2.5.3 Расчет режимов обработки на операцию 035
Круглошлифовальная.

Скорость вращения круга и детали соответственно $V = 35 \text{ м/с.}$, $V = 35 \text{ м/мин. [10]}$

«Частота вращения детали». [9]

$$n_{\dot{a}} = \frac{1000 \cdot V_{\dot{a}}}{\pi \cdot D_{\dot{a}}} \quad (20)$$

$$n_i = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 106,5} = 104,7, \text{ мин}^{-1}.$$

«Основное время». [9]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{\text{P.i}}}{S_{\text{P.i}}} + T_{\text{ВЫЛ}}. \quad (21)$$

$$T_0 = \frac{10}{100} + \frac{26,2}{14} + 0,05 = 2,02 \text{ мин.}$$

В графической части работы представлены технологические наладки.

В разделе выбран тип производства и определена стратегия проектирования технологического процесса, проведено сравнение и выбран метод получения заготовки, выбраны методы обработки каждой из поверхностей детали, проведен расчет припусков на одну из поверхностей, разработан технологический маршрут изготовления детали, а также на некоторые операции технологического процесса проведен расчет режимов резания. Согласно результатов технологической части работы, выполнены соответствующие листы графической части.

3 Проектирование специальных средств технологического оснащения

3.1 Анализ базового приспособления

На операции 015 Токарная чистовая для закрепления и базирования заготовки применяется патрон трёхкулачковый самоцентрирующий. Закрепление заготовки осуществляется захватом кулачков по наружной цилиндрической поверхности диаметром 32,4 мм.

Операционная схема представлена на рисунке 2.

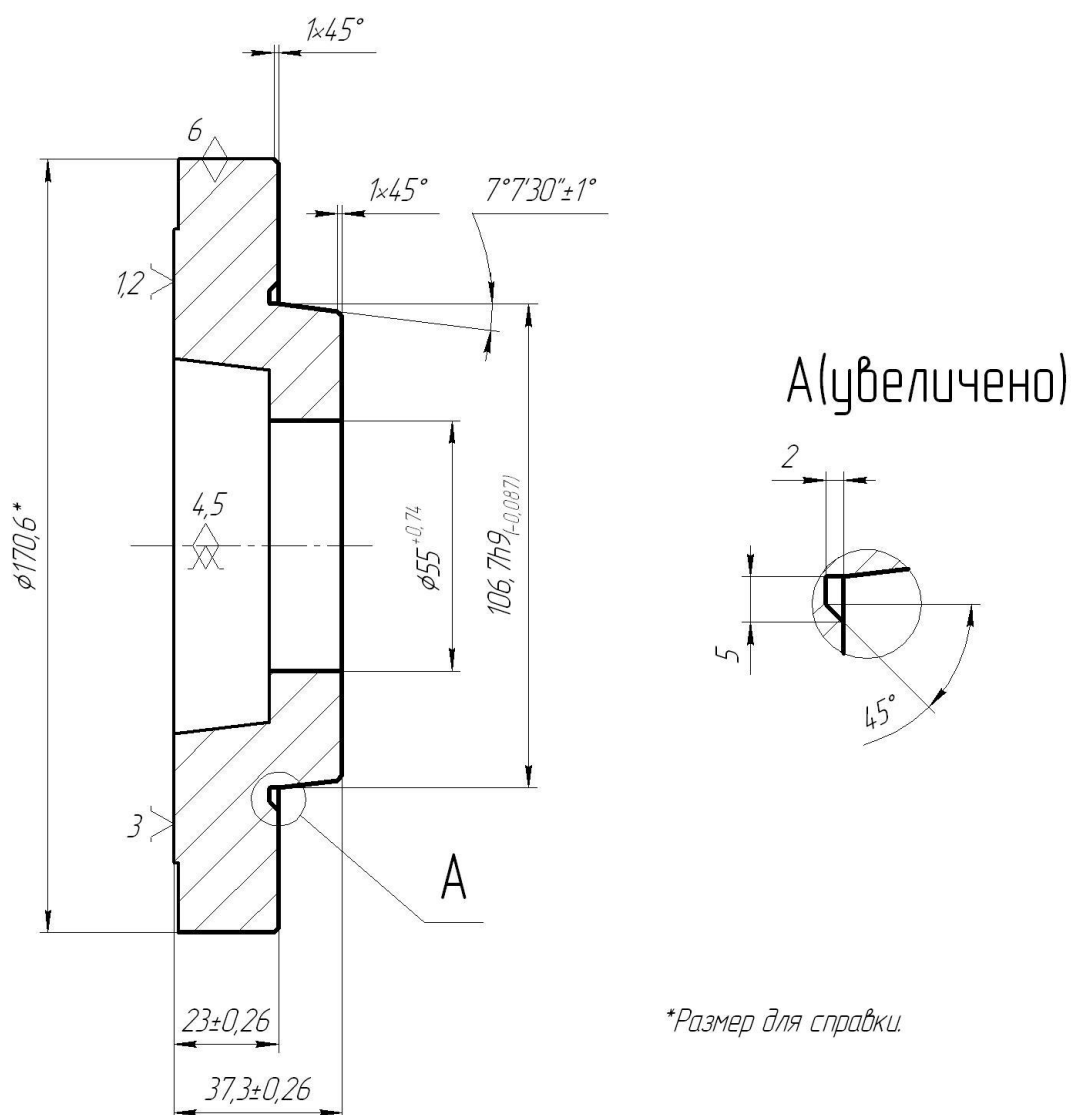


Рисунок 2 - Эскиз операции 015

3.2 Определение усилий резания

При обработке точением составляющие P_z и P_y определяют по формуле:

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p. \quad [11] \quad (22)$$

При обработке стальной заготовки резцом с пластиной из твёрдого сплава постоянные формулы (22) равны для P_z :
 $C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$.

Для P_y : $C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3$.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{np}, \quad [11] \quad (23)$$

где

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta_g}{750} \right)^{0,75}, \quad [11] \quad (24)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{690}{750} \right)^{0,75} = 0,939.$$

При φ равно 60 градусов:

$$K_{ypz} = 0,94; K_{ypy} = 0,8; \gamma = -3^0; K_{pz} = 1,05; . \quad [11]$$

$$K_{pz} = 1,5; \lambda = +0,5^0; K_{npz} = 1,03; K_{npy} = 1,15.$$

Тогда

$$K_{pz} = K_{mp} \cdot K_{ypz} \cdot K_{pz} \cdot K_{npz} = 0,939 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,955.$$

$$K_{py} = K_{mp} \cdot K_{ypy} \cdot K_{py} \cdot K_{npy} = 0,939 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,30.$$

Подставляя значения, получим

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 133,9^{-0,15} \cdot 0,955 = 205,5, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 133,9^{-0,3} \cdot 1,30 = 148,3, \text{ Н.}$$

3.3 Расчёт усилия зажима

Результирующий крутящий момент от действия касательной составляющей силы резания пытается повернуть заготовку в кулачках и рассчитывается как

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{205,5 \cdot 170,6}{2} = 17529,2, \text{ Н. [11]} \quad (25)$$

Момент от силы зажима препятствует повороту заготовки и определяется по формуле:

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}. \quad (26)$$

Из равенства моментов M_p и M_3 рассчитаем необходимое зажимное усилие, которое препятствует повороту изделия.

$$W^1 = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K p_z \cdot d_1}{f d_2}, \text{ [11]} \quad (27)$$

Коэффициента запаса K рассчитывают по формуле, которая определяет условия выполнения операции:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (28)$$

$$K_{p_z} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8; K_{p_y} = 2,52. \text{ [11]}$$

$$f = 0,3 \text{ [11] отсюда}$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 205,5 \cdot 170,6}{0,3 \cdot 170,6} = 1233, \text{ Н.}$$

Составляющая силы резания P_y пытается вывернуть заготовку из кулачков

$$M_p^{11} = P_y \cdot \ell. \quad [11] \quad (29)$$

Этому препятствует момент от зажимной силы

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (30)$$

Величина усилия W_1 , рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{1233}{1 - \left(\frac{3 \cdot 13}{25} \cdot 0,1 \right)} = 1460,9, \text{ Н.} \quad (31)$$

3.4 Расчёт зажимного механизма патрона

Определим усилие Q , которое создается силовым приводом, увеличиваемое зажимным механизмом и передаваемое каждому кулачку

$$Q = \frac{W_1}{i_c}. \quad [12] \quad (32)$$

Для клинового механизма данную величину i находим по формуле:

$$i_{c.kл} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg} \varphi_1}, \quad [12] \quad (33)$$

где $\alpha = 15...30^\circ$ – рекомендуемый угол наклона клина. [12]

Принимаем α равно 20 градусов. Углы φ и φ^1 найдем по формуле:

$$\varphi = \arctg \cdot f_1 = \arctg \cdot 0,1 = 5^\circ 43', \text{ отсюда:}$$

принимаем $\varphi = \varphi^1 = 6^\circ$.

$$i_{c.кл.} = \frac{1}{\operatorname{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \operatorname{tg} 6^\circ} = 1,9,$$

следовательно

$$Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{1460,9}{1,9} = 768,9, \text{ Н.}$$

3.5 Расчёт силового привода

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}. \quad [12] \quad (34)$$

В конструкцию токарного станка встраивается силовой привод с диаметральный размером поршня не более 120 мм.

Определим диаметр поршня

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{768,9}{0,4}} = 49,5, \text{ мм.}$$

Для увеличения номенклатуры изделий принимаем диаметр поршня равным 80 мм.

В разделе проведен анализ базового приспособления, которое имеется на токарной операции. В проектном варианте предложено модернизировать станочное приспособление и автоматизировать его работу.

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Описание операции

На сверлильной операции 025 необходимо нарезать резьбу M10 с шагом 1,5 мм. в четырех глухих отверстиях. Схема операции представлена на рисунке 3.

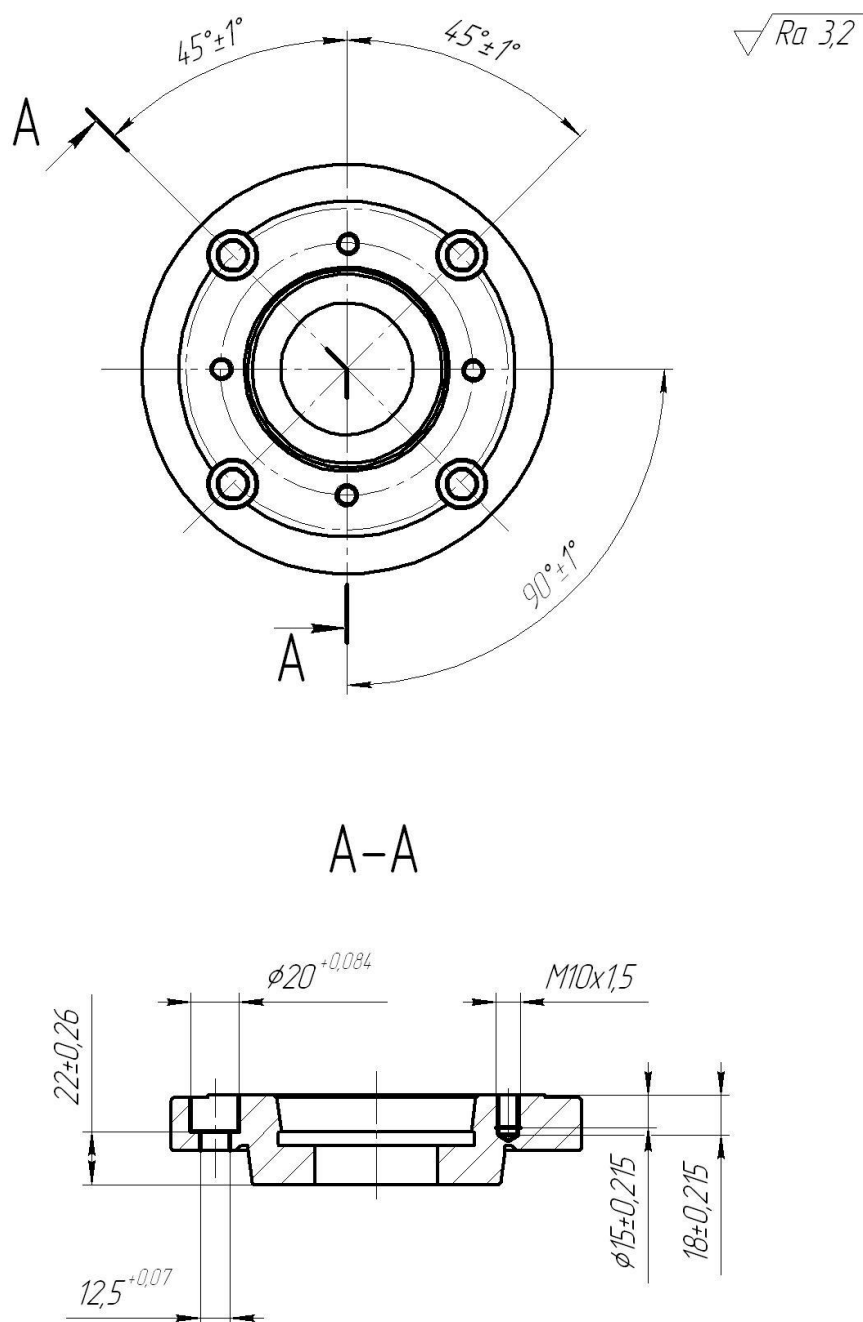


Рисунок 3 – Схема сверлильной операции 030

4.2 Проектирование метчика

Спроектируем метчик для обработки резьбы.

Определим номинальный средний диаметр резьбы детали

$$D_2 = D - 1 + 0,026 = 10 - 1 + 0,026 = 9,026 \text{ мм.}$$

Определим номинальный внутренний диаметр резьбы детали

$$D_1 = D - 2 + 0,376 = 10 - 2 + 0,376 = 8,376 \text{ мм.}$$

«При одинарно-генераторной схеме каждый зуб срезает стружку разной ширины и одинаковой толщины». [13]

Примем толщину срезаемой стружки $a_z = 0,04$ мм. [13]

Определим диаметр переднего торца метчика

$$d_T = D_1 - 0,1 = 8,376 - 0,1 = 8,276 \text{ мм.}$$

Определим длину режущей части метчика

$$L_p = (6...8)P = 8 \cdot 1,5 = 12 \text{ мм.}$$

Число зубьев метчика принимаем $z = 3$. [13]

Определим длину калибрующей части метчика

$$L_2 = d = 10 \text{ мм. [14]}$$

Исходя из числа зубьев метчика, рассчитаем диаметр сердцевины

$$d_C = (0,38...0,50)d = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ мм.}$$

Исходя из числа зубьев метчика, рассчитаем ширину пера

$$b = (0,3...0,32)d = 0,3d = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 3266-81 [14] примем остальные размеры стружечных канавок

$$x = 2,97; y = 1,5; r = 1,5; H = 4,32; X_1 = 3; Y_1 = 8; r_1 = 8.$$

«Метчики универсального назначения имеют обычно прямые стружечные канавки. Если условия работы метчика заранее известны, то его лучше изготавливать с винтовыми стружечными канавками. Метчики с левым направлением канавок принимаются для нарезания резьбы в сквозных отверстиях (рисунок 4, а), с правым направлением (рисунок 4, б) – для глухих отверстий». [13]

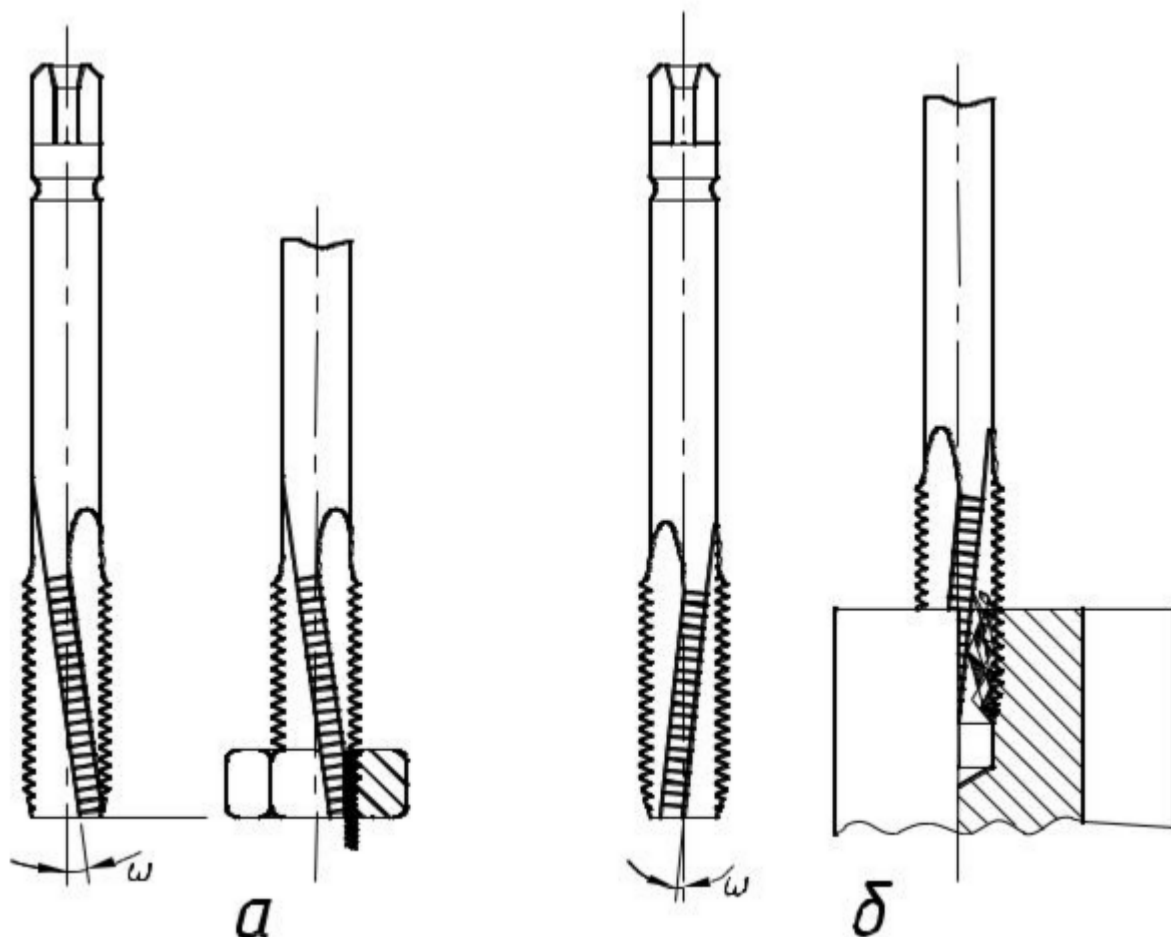


Рисунок 4 – Метчики с винтовыми стружечными канавками

При нарезании резьбы в конструкционных сталях угол наклона стружечных канавок метчика принимают от 10 до 16 градусов [13]. Примем ω равным 12 градусов.

Значение переднего угла γ при вершине зуба для обработки конструкционных сталей с σ_B большим 700 МПа принимают равным от 8 до 12 градусов [14]. Примем γ равным 10 градусов.

Значение заднего угла α при вершине зуба для обработки конструкционных сталей с σ_B большим 700 МПа принимают равным от 10 до 12 градусов [14]. Примем α равным 10 градусов.

4.3 Патентные исследования

Радиусы скругления режущих кромок метчика, которые являются одним из наиболее важных элементов конструкции, влияющих на стойкость метчика и качество обрабатываемой поверхности, не учитываются, и соответственно, принимаются равными на всем протяжении рабочей зоны инструмента, причем рабочие участки последней имеют различные функциональные предназначения в общем ходе технологического процесса резьбонарезания однопроходным метчиком. Это ведет к снижению стойкости метчика, к невыполнению рабочими участками своих непосредственных функций и, как следствие, к искажению поверхности нарезаемой резьбы. [15]

Метчик для нарезания точных резьб, который выполнен с чередующимися режущими и ведущими перьями, причем первые выполнены без отличий от стандартных конструкций, а вторые таким образом, что форма зубьев в их продольном сечении имеет вид бочкообразности. С целью исключения резания ведущими зубьями, последние на заборной части выполнены с меньшим наружным диаметром, чем режущие.

Недостатком является то, что режущие и бочкообразные зубья данного метчика входят в профиль обрабатываемой резьбы поочередно, в результате чего нагрузка, приходящаяся на один зуб, значительно возрастает. Это ведет к снижению стойкости инструмента, качества и точности нарезаемой резьбы.

Метчик для нарезания точных резьб, в котором все зубья, начиная с витка, расположенного за витком, диаметр которого равен диаметру обрабатываемого отверстия, выполнены с бочкообразной формой.

Недостаток данной конструкции метчика заключается в том, что в результате резкого перехода от режущих зубьев заборного конуса к бочкообразным зубьям калибрующей части, которые, в сущности, еще

предназначены для резания, происходит неравномерное распределение нагрузки между витками, что ведет к снижению стойкости метчика и к искажению поверхностного слоя нарезаемой резьбы.

Метчик для нарезания точных резьб, у которого ведущие участки на всех зубьях заборного конуса выполнены удлиненными и расположенными наклонно, начиная от передней грани вдоль боковой поверхности зубьев.

Недостатком является то, что учтены не все функциональные особенности рабочих частей метчика, в связи с чем микрогеометрические параметры на различных участках (радиусы скругления режущих кромок) имеют одинаковые значения, что в результате сказывается на качестве и точности нарезаемой резьбы, а также на стойкости инструмента.

Метчик для нарезания точных резьб, принятый за прототип, содержащий заборный участок, калибрующий участок, ведущий участок, зубья которого выполнены в виде бочкообразной формы. Бочкообразная форма зубьев ведущего рабочего участка метчика исключает подрезание уже готовой резьбовой поверхности изделия кромками этих зубьев. При этом обеспечивается высокое качество нарезаемой резьбы, которую можно нарезать одинарным метчиком за один рабочий ход.

Недостаток данной конструкции заключается в том, что рабочие участки метчика выполнены без учета радиусов скругления r режущих кромок, в связи с чем равнозначно сформированные микрогеометрические параметры рабочих участков метчика не позволяют последним полноценно осуществлять предназначенные им функции, что сказывается на точности нарезаемой резьбы и стойкости метчика.

Техническим результатом является повышение стойкости метчика и повышение качества и точности нарезаемой резьбы. [15]

Технический результат достигается тем, что радиусы скругления r режущих кромок заборного участка выполняют в пределах от 25 до 30 мкм, радиусы скругления r режущих кромок калибрующего участка в

пределах от 15 до 20 мкм, а радиусы скругления r передних и задних кромок ведущего участка в пределах от 30 до 40 мкм.

Пояснения конструкции метчика для нарезания точных резьб представлены на рисунке 5. [15]

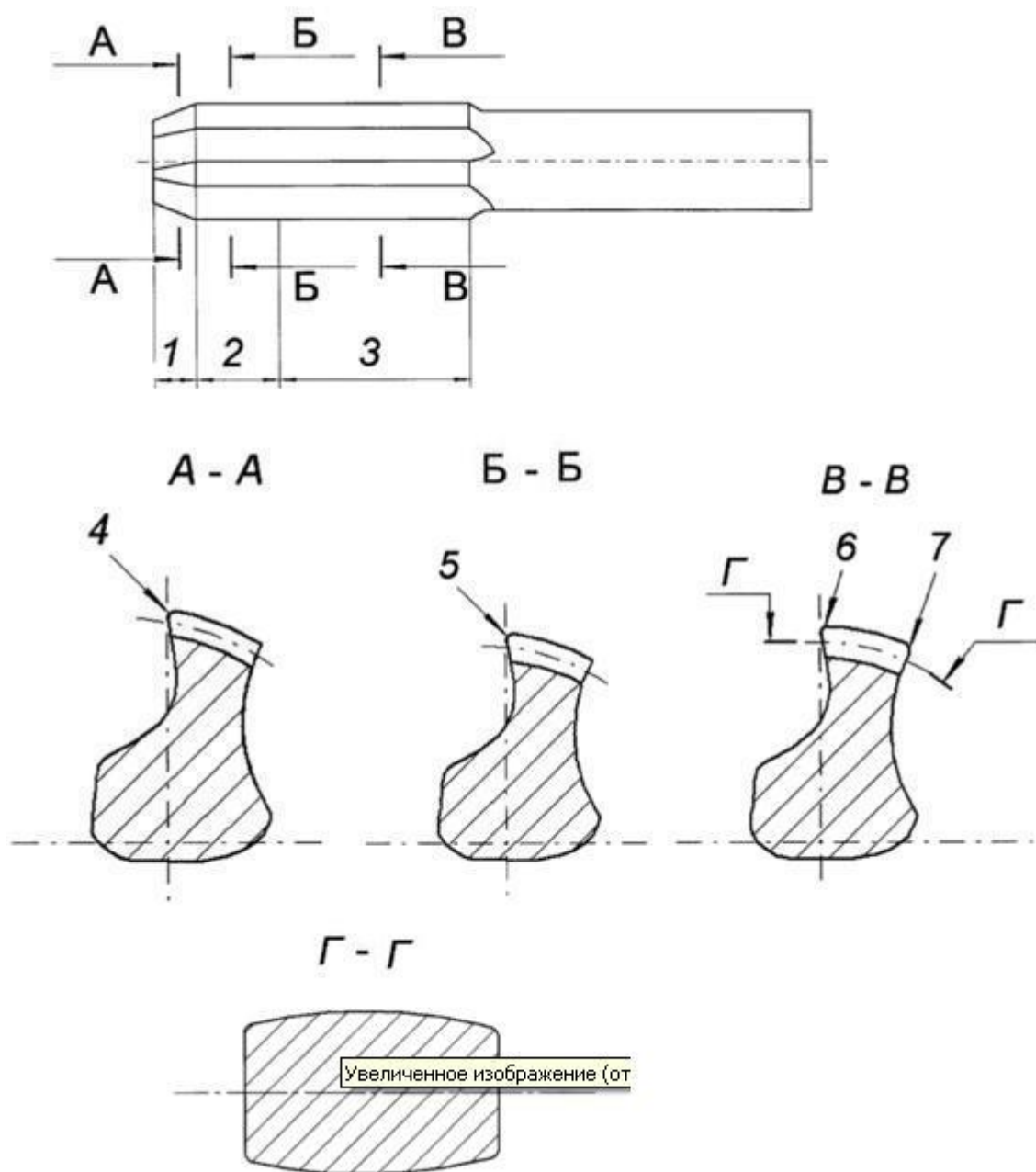


Рисунок 5 - Конструкция метчика

Метчик для нарезания точных резьб состоит из заборного 1, калибрующего 2 и ведущего 3 рабочих участков (рисунок 5). Заборный участок 1 и калибрующий участок 2 затылованы на определенную

величину, равную стандартным конструкциям, и имеют радиусы скругления ρ режущих кромок 4 в пределах от 25 до 30 мкм и радиусы скругления ρ режущих кромок 5 в пределах от 15 до 20 мкм. Зубья ведущего участка 3 выглядят в продольном своем сечении по среднему диаметру в виде бочкообразной формы и имеют радиусы скругления ρ передних 6 и задних 7 кромок в пределах от 30 до 40 мкм.

При нарезании резьбы рабочие участки метчика, микрогеометрические параметры которых выполнены в технологической последовательности с учетом функциональной особенности каждого рабочего участка, вступают в работу последовательно, причем каждый из них осуществляет свою непосредственную работу в общем ходе технологического процесса резбонарезания однопроходным метчиком. Микрогеометрические параметры рабочих участков метчика были установлены для метчиков М24-М36.

Заборный участок 1 производит последовательное углубление резьбового профиля витка резьбы при постепенном врезании зубьев метчика в заготовку и выполняет черновую операцию в общем ходе технологического процесса резбонарезания. На зубьях данного рабочего участка сформированы радиусы скругления ρ режущих кромок 4 в пределах от 25 до 30 мкм, причем пределы были установлены исходя из функциональной особенности данного рабочего участка и стойкости режущих кромок.

Калибрующий участок 2 еще принимает участие в резании и осуществляет окончательное формирование резьбового профиля в заготовке по форме, т.е. данный участок выполняет получистовую операцию в общем ходе технологического процесса резбонарезания. На зубьях данного рабочего участка сформированы радиусы скругления ρ режущих кромок 5 в пределах от 15 до 20 мкм, причем пределы были установлены исходя из функциональной особенности данного рабочего участка и стойкости режущих кромок.

Ведущий участок 3 не принимает участия в резании, но осуществляет опорную и сглаживающую функции, то есть данный рабочий участок выполняет чистовую операцию в общем ходе технологического процесса резьбонарезания. На зубьях данного рабочего участка сформированы радиусы скругления ρ передних 6 и задних 7 кромок в пределах от 30 до 40 мкм, причем задние 7 радиусы скругления ρ были сформированы с целью предотвращения искажения поверхности при остановке метчика для смены направления движения. Данные пределы также были установлены исходя из функциональной особенности данного рабочего участка и стойкости режущих кромок. Для предотвращения резания на данной операции форма зубьев ведущего участка была выполнена в виде бочки в продольном своем сечении по среднему диаметру.

Описанная конструкция позволяет повысить стойкость метчика, улучшить качество и точность нарезаемой резьбы за счет формирования микрогеометрических параметров, присущих каждому рабочему участку метчика.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе ВКР проводится оценка экологичности и безопасности технологического процесса изготовления детали «фланец». Оценку будем вести согласно методике [17].

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика производственного процесса изготовления детали «фланец» заключается в представлении основных характеристик усовершенствованных операций технологического процесса. Эти характеристики включают в себя вид выполняемых работ, применяемые средства технического оснащения, должность работников, которые выполняют операции, а так же все необходимые материалы и вещества. Результаты анализа характеристик технического объекта собраны в таблицу 1.

Таблица 1 – «Технологический паспорт технического объекта» [17]

«Технологический процесс» [17]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [17]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [17]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [17]	«Материалы, вещества» [17]
Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ	Сталь 45 ГОСТ 1050-88 СОЖ - Литол
Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2-1 с ЧПУ	Сталь 45 ГОСТ 1050-88 СОЖ – Литол

5.2 Идентификация профессиональных рисков

В данном разделе приводится идентификация профессиональных рисков – производственно-технологических и эксплуатационных рисков. Это вредные и опасные производственные факторы, источником которых могут служить материалы, оборудование и вещества, используемые при изготовлении детали «фланец». Результаты исследования этих факторов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – «Идентификация профессиональных рисков» [17]

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [17]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [17]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [17]
1	2	3
Токарная операция	Движущиеся части производственного оборудования; оборудование, перемещающее заготовки, изделия; токсичные раздражающие вещества (СОЖ); высокий уровень шума на рабочем месте; монотонность труда.	Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ
Сверлильная операция	Движущиеся части производственного оборудования; оборудование, перемещающее заготовки, изделия; токсичные раздражающие вещества (СОЖ); высокий уровень шума на рабочем месте; монотонность труда.	Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2-1 с ЧПУ

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе подобраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении детали «фланец». Некоторые из требований, такие как инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием, и инструктажи по охране труда – актуальны на каждом этапе технологического процесса. Другие, например, такие как использование предупреждающей разметки или использование местной вытяжки – применяются на конкретных операциях, где их использование необходимо. Все средства индивидуальной защиты работников подобраны с учётом выполняемых ими операций. Результаты анализа методов и средств снижения профессиональных рисков приведены в таблице 3.

Таблица 3 – «Методы и средства снижения и/или устранения опасных и/или вредных производственных факторов» [17]

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [17]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [17]	«Средства индивидуальной защиты работника» [17]
1	2	3
Повышенная температура поверхностей материалов	Инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; инструктаж по охране труда; использование технических средств защиты	Костюм огнеупорный; огнеупорные ботинки; краги для металлургов; огнеупорный щиток
Движущиеся части производственного оборудования; Оборудование, перемещающее	Инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; инструктаж по охране труда;	Костюм для защиты от загрязнений; каска защитная; очки защитные
заготовки, изделия	ограждение оборудования; использование предупреждающей разметки	

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Токсические раздражающие вещества (СОЖ)	Инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; инструктаж по охране труда; использование местной вытяжки; ограждение оборудования защитными экранами	костюм для защиты от загрязнений; каска защитная; очки защитные; полумаска фильтрующая; перчатки с точечным или полимерным покрытием
Высокий уровень шума и повышенный уровень вибрации	инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; инструктаж по охране труда; использование различных технических средств устранения шума; увеличение жёсткости оборудования для уменьшения колебаний; Использование материалов, способных поглощать колебания	Вкладыши противозумные, наушники, резиновый коврик

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В данном разделе приводится идентификация потенциального класса возникновения пожара и выявление опасных факторов его воспламенения. Анализ классов пожара и опасных факторов пожара, воздействующих на людей и материальное имущество. Результаты анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара» [14]

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Участок лезвийной обработки	Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ; Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2-1 с ЧПУ	Пожары, связанные с воспламенением и горением плавящихся твёрдых материалов и веществ (В)	Пламя, искры, огонь, тепловой поток, высокая температура, повышенная концентрация токсичных веществ в воздухе, низкая видимость	Замыкание высокого электрического напряжения

Для обеспечения пожарной безопасности в ходе изготовления детали «фланец» были выбраны организационно-технические мероприятия и технические средства обеспечения пожарной безопасности. Все они соответствуют нормативным документам в области пожарной безопасности по состоянию на 2016 год, таким как Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ. Все собранные данные анализа представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности» [17]

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители ручные, ящики с песком	Пожарные машины, пожарные лестницы	Оборудование автоматического тушения пожара	технические средства оповещения и управления эвакуацией	Пожарные рукава, рукавные разветвления, ящики с песком	Респираторы, противогазы, пожарные карабины	Пожарные лопаты, багры, ломы, топоры, вёдра, комплекты электрические	Автоматические оповещатели

Таблица 6 – «Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» [17]

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Технологический процесс изготовления детали «фланец»	Инструктаж и обучение правилам пожарной безопасности на участках; обучение действиям при	Проведение противопожарных инструктажей, наличие автоматической системы пожаротушения, наличие

1	2	3
	возникновении пожара и правильной эвакуации; контроль за правильной эксплуатацией оборудования; содержание оборудования в исправном состоянии	пожарной сигнализации, наличие первичных средств для тушения пожаров

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В данном разделе представлена оценка мер по обеспечению экологической безопасности технологического процесса изготовления детали «фланец». Выявлены и проанализированы негативные экологические факторы реализуемого технического процесса, а так же меры по их снижению и/или устранению. Результаты анализа представлены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта» [17]

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса» [17]	«Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.» [17]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)» [17]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)» [17]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)» [17]
1	2	3	4	5
Технологический процесс изготовления детали «фланец»	Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ; Сверлильный станок 2Р135Ф2-1 с ЧПУ	Стальная пыль; частицы стружки; туман от СОЖ	Технические жидкости и масла; стружка; производственная пыль	Металлические отходы, технические масла и жидкости, ветошь, СОЖ

Таблица 8 – «Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду». [17]

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления детали «фланец»
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование для очистки воздуха циклоны-осадители с тангенциальным входом, с осевым входом, с групповым входом; мультициклоны параллельные, последовательные; пылеуловители
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование замкнутых и оборотных систем промышленного водопользования; многоступенчатая сортировка отходов; соблюдение правил хранения отходов и периодичности их вывоза; переработка металлических отходов

В ходе выполнения работы нами проанализирована безопасность и экологичность внесенных изменений в технологический процесс изготовления детали «фланец».

Проведена идентификация профессиональных рисков, которые могут возникнуть в ходе реализации модернизированного технологического процесса, предложены методы и средства необходимые для снижения этих рисков, предложены мероприятия по пожарной и экологической безопасности на участке механической обработки детали, разработаны организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

6 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «фланец». Эти изменения касаются токарной и сверлильной операций. На токарной операции предложено в качестве оснастки вместо универсального использовать автоматизированное зажимное приспособление. На сверлильной операции предлагается использовать метчик, у которого в результате изменения конструкции стойкость повысится в 1,5 раза. Это снижает время, связанное с заменой инструмента на сверлильной операции.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [18] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимо последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 6.

Как видно из рисунка 6, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «фланец» на 2,27 руб., что составит 3,56 %.

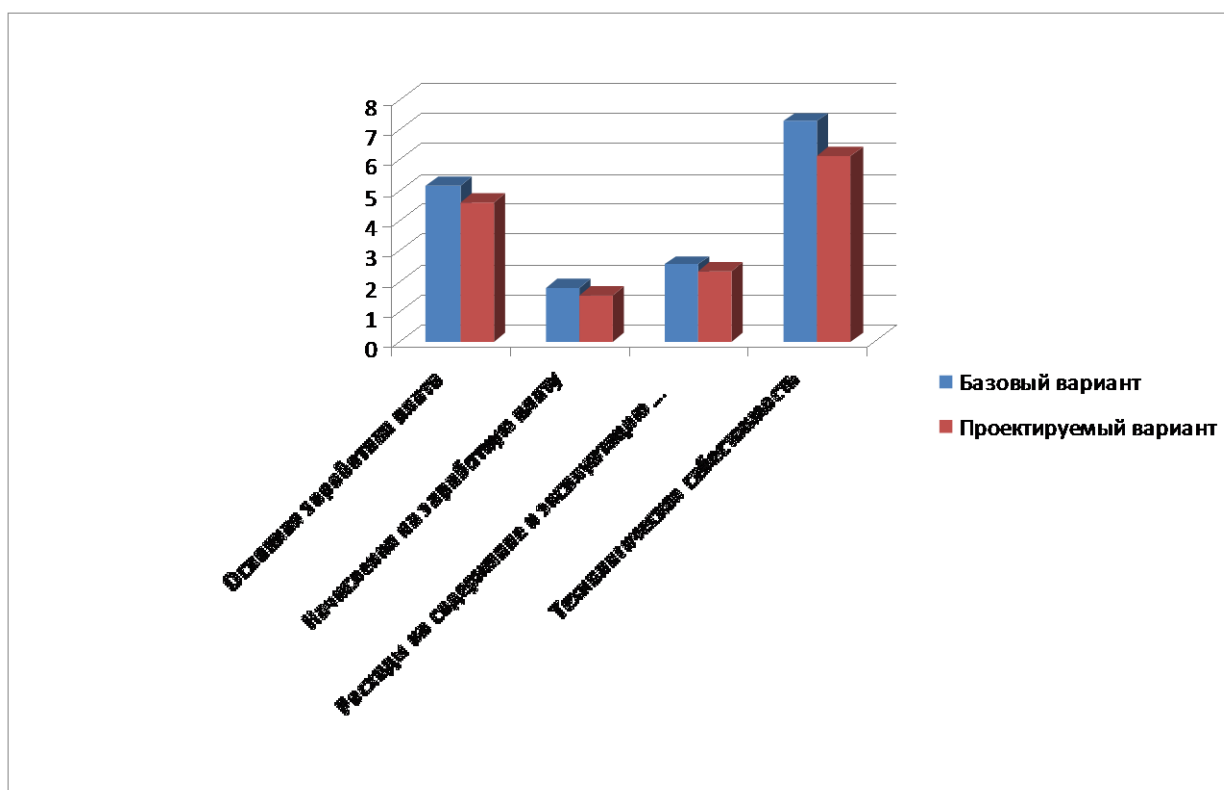


Рисунок 6 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 63,78 рублей, а для проектируемого – 61,51 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость в проектируемом варианте меньше, чем в базовом. Эта разница составляет 3,56% или 2,27 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 14326,27 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали

«фланец» затрагивают замену инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, приспособление и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 34500,22 рублей. На рисунке 7 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.

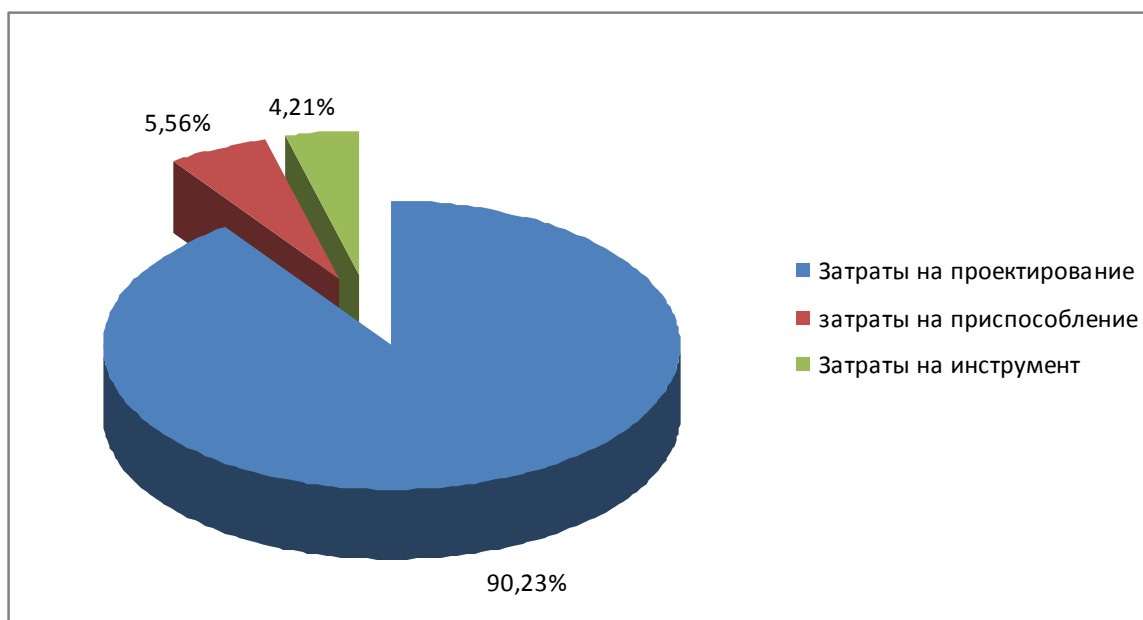


Рисунок 7 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 7, видно, что затраты на проектирование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их величина равна 90,23 %.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	2
Общий дисконтируемый доход, руб.	23068,26
Интегральный экономический эффект, руб.	2183,63
Индекс доходности, руб. / руб.	1,14

Анализируя, представленные в таблице 9, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 2183,63 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,14 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 14 %.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления фланца промежуточного токарного станка центра «Формула Станок».

В начале работы проанализированы условия работы детали, выполнена классификация поверхностей, где определены исполнительные поверхности, основные и вспомогательные конструкторские базы. Также выполнен анализ материала, из которого изготовлена деталь. В ходе работы методом экономического сравнения выбран штамповочный способ получения заготовки. Исходя из годовой программы производства деталей и массы, выбран среднесерийный тип производства. Исходя из необходимого качества обработки, выбраны методы обработки поверхностей детали. На одну из поверхностей детали выполнен расчет припусков расчетно-аналитическим методом. Основываясь на методах обработки, разработан технологический маршрут изготовления детали. Техпроцесс оснащен современными технологическими средствами.

Для закрепления заготовки на токарном станке разработана конструкция автоматизированного патрона. Внедрение этого приспособления дает сокращение вспомогательного времени операции, затрачиваемого на установку и снятие заготовки.

Для сверлильной операции разработана конструкция метчика. Измененная конструкция позволяет повысить стойкость метчика в 1,5 раза, улучшить качество и точность нарезаемой резьбы за счет модернизации микрогеометрических параметров. Данные действия снизят временные затраты на сверлильной операции, связанные с заменой инструмента.

В работе выполнен анализ безопасности и проведена экспертиза экологии. Экономический расчет предложенных изменений показал положительный эффект.

Список используемых источников

1. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой калиброванный со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. – 18 с.
2. Жуков В.А. Конструктивная прочность. Конструкционные стали и сплавы: учеб. пособие / В.А. Жуков. – М.: ИНФРА-М, 2019. - 264 с.
3. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 330 с.
4. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.У. Мнацаканян. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. – 221 с.
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные покованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
6. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.У. Мнацаканян. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. – 221 с.
7. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. – 26 с.
8. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва :ИНФРА-М, 2013. - 320 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004952-6.
9. Козлов А.А. Расчет режимов резания [Текст]: учеб. пособие / А.А. Козлов, А.М. Козлов. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. – 95с.
10. Вереина Л.И. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / Л.И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 304 с. - (Справочники ИНФРА-М). - Библиогр.: с. 299. - ISBN 978-5-16-010397-6.
11. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-

Петербург : Лань, 2015. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1803-9.

12. Иванов И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006705-6.

13. Схиртладзе А.Г. Формообразующие инструменты в машиностроении: учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, Л.А. Чупина, А.И. Пульбере, В.А. Гречишников. – М.: Новое знание, 2006. – 557 с.

14. ГОСТ 3266-81. Метчики машинные и ручные. Конструкция и размеры – 72 с.

15. Патент 2616755 Российская Федерация МПК⁷ В 23 G 5/06. Метчик для нарезания точных резьб / Максаров В.В., Кексин А.И.; Санкт-Петербургский горный университет (RU). –2015152986 заявл. 09.12.2015; опубл. 18.04.2017, Бюл. №11. – 9 с.

16. Таратынов О.В. Технология машиностроения. Основы проектирования на ЭВМ : учеб. пособие / О.В. Таратынов, В.В. Клепиков, Б.М. Базров. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. – 610 с.

17. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Электронный ресурс]: Электрон. учеб.- метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с.

18. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : электронное учеб.-методическое пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.

19. ГОСТ 2.001-2013. Единая системы конструкторской документации. Общие положения. – 47 с.

20. Аверченков В.И. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ : монография [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, А.В.

Аверченков, М.В. Терехов, Е.Ю. Кукло. – 2-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – 151 с.

21. Ketoeva, N., Soldatova, N., & Piyashenko, S. (2019). Lean manufacturing as a tool for increasing labor productivity at the enterprise. Paper presented at the E3S Web of Conferences, 124 doi:10.1051/e3sconf/201912404015.

22. Plugatyreva, O. A., & Khusnutdinova, E. M. (2019). The concept of quality management systems and monitoring of their effectiveness using "lean production" concept. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 570(1) doi:10.1088/1757-899X/570/1/012073.

23. Korchagin, A., Deniskina, A., & Fateeva, I. (2019). Lean and energy efficient production based on internet of things (IOT) in aviation industry. Paper presented at the E3S Web of Conferences, 110 doi:10.1051/e3sconf/201911002124

24. Kuznetsov, I. S., Kolomeichenko, A. V., & Pavlov, V. Z. (2017). Process of mass transfer of amorphous alloys under low-voltage electric spark treatment. Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 53(4), 333-338. doi:10.3103/S1068375517040093.

25. Gertsriken, D., Mazanko, V., Qiao, S., & Zhang, C. (2009). Diffusion characteristic of several elements in copper during an electric spark processing under a constant magnetic field. Modern Physics Letters B, 23(19), 2369-2376. doi:10.1142/S0217984909020527.

Приложение А

Операционные карты

ГОСТ 3.1108-92

Форм 1

Кафедра ОТМП																
Фланец промежуточный																
Добыл																
Взач																
Подп																
														Листов 2 / Лист 1		
Разработ	Солдобьев															
Проверил	Козлов															
Исполн																
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры			МВ			
Токарная чистовая с ЧПУ		Сталь 45 ГОСТ 1050-88		166		3,6		φ170x37			5,3		1			
Обработка поверхности ЧПУ		Обозначение программы		Тн		Тб		Тнз		Тшп		СОЖ		5% Укринол		
Токарный с ЧПУ 1661611С1		-		166		0,38		10		2,04						
P		Пш		0 или В	Л	+	+	+	+	+	+	S	n	v		
$фш$									ММ			ММ/ОД		ОД/МИН	М/МИН	
D_{02}	1. Установить и снять заготовку															
T_{02}	396110.XXXX Патрон трехшлицевой; XXXXXX.XXXX Удар откидной.															
D_{04}	2. Выполнить канавку, выдерживая размеры 5, 2, 45°.															
P_{05}		1		106,7	2,0	2,0	1	1	0,3	400	146,2					
T_{06}	392104.XXXX Резец канавочный с пластиной T15K6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1.															
D_{07}	3. Выполнить фаску 1x45°; точить поверхность 3, выдерживая размер 23±0,26; точить поверхность 2, выдерживая размеры φ106,7 _{±0,01} , 7°1'30"±1°.															
D_{08}	Выполнить фаску 1x45°; точить поверхность 1, выдерживая размер 37,3±0,31.															
P_{09}		1		170,6	76	0,3	1	1	0,2	250	133,9					
T_{10}	392104.XXXX Резец контурный правый с пластиной T15K6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.															
$ш$																
$э$																
OK																

Деталь	Взам.	Полп.	ГОСТ 3108-82		Форм. 1		Листов 2 / Лист 2		
			Цех	УЧ	Р.М.	Опер.			
Разработ	Соловьев								
Проверил	Козлов								
Исполн.									
Наименование операции			Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Токарная чистовая с ЧПУ			Сталь 45 ГОСТ 1050-88	166	166	3,6	Ø170x37	5,3	1
Обработка инструментом ЧПУ			Обозначение программы	Тр	Тв	Тпз	Тупп	СОЖ	
Токарный с ЧПУ 166161С1			-	166	0,30	10	2,04	5% Ужало	
P			ПМ		L	+	i	S	V
Ø1								ММ/ОД	ОД/МИН
Ø2									
L Ø1									
P Ø1					55	17	0,3	1	800
Ø5									138,2
Ø6									
Ø7									
Ø8									
Ø9									
Ø10									
Ø11									
Ø12									
OK									

ГОСТ 3108-82

Форм. 1

Дробл.																							
Взам.																							
Подп.																							
Разработ		Соловьев				Кафедра ОТМП																Листов 2 / Лист 1	
Проверил		Козлов																					
Исполн.																							
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД		Опер.						025	
Сверлильная с ЧПУ		Сталь 45 ГОСТ 1050-88		166		3,6		φ17х37		5,3		1											
Оборудование, цех, станок ЧПУ		Обозначение программы		Т ₀		Т ₀		Т ₀		Т ₀		СОЖ											
Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2-1		-		617		0,47		10		6,64		5% Ужирол											
R					0 или 8		L		+		S		n		v								
φ					мм		мм				мм/об		об/мин		м/мин								
0.02	1. Установить и снять заготовку																						
T.01	396110.XXXX Приспособление специальное.																						
0.04	2. Сверлить 4 отверстия (пов. 16), выдерживая размеры φ12,5 ^{+0,07} , 4,5 ^{+1,0} .																						
P.05	1	12,5	28	6,25	4	0,2	250	9,8															
T.06	391290.XXXX Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5; 393120.XXXX Калибр-пробка; XXXXX.XXXX Угломер.																						
0.07	3. Сверлить 4 отверстия (пов. 14), выдерживая размеры φ20 ^{+0,084} , 12,8±0,1, 4,5±1,0.																						
P.08	1	20	14	3,75	4	0,2	160	10,0															
T.09	391290.XXXX Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5; 393120.XXXX Калибр-пробка; XXXXX.XXXX Угломер.																						
0.09	4. Зенковать 4 отверстия (пов. 15), выдерживая размеры 22±0,26, 4,5±1,0.																						
P.11	1	20	3,2	3,75	4	0,2	160	10,0															
2																							
OK																							

Деталь		Взам.		Лист		ГОСТ 3.108-92		Форм. 1	
Разработ		Проверил		Листов 2		Лист 2			
Соловьев		Козлов							
Кафедра ОТМП									
Наименование операции		Материал		Твердость		Профиль и размеры		Цех УЧ ПМ Опер. 015	
Токарная обработка с ЧПУ		Сталь 45 ГОСТ 1050-88		166		3,6		МЗ КОИД	
Обработка центристом ЧПУ		Обозначение программы		Т ₀		Т _{ин}		5,3 1	
Токарный с ЧПУ 16611С1		-		166		0,30		СОЖ 5% Жидол	
Р		ПМ		L		+		S	
Ф								мм/об	
Т ₀₂								мм	
0 ₀₁								мм/об	
Р ₀₄								об/мин	
Т ₀₅								мм/мин	
0 ₀₆								мм/мин	
Р ₀₇								мм/мин	
Т ₀₈								мм/мин	
0 ₀₉								мм/мин	
0 ₁₀								мм/мин	
1 ₁								мм/мин	
2 ₁								мм/мин	
OK								мм/мин	

Дил.:																						
Взам.:																						
Лист:																						Лист 1
Разроб.	Соловьев																					
Проберил	Козлов																					
Нач.пр.																						
ТТУ	Кафедра ОТМТ		Фланец промежуточный		ВКР	025																

A-A

A