

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 фланца специального
зажимного приспособления

Студент

Д.И. Петухов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

Тольятти 2021

Аннотация

Тема работы: Технологический процесс изготовления фланца специального зажимного приспособления.

Работа направлена на разработку технологического процесса изготовления фланца, входящего в состав специального зажимного приспособления.

В первом разделе анализируется назначение детали, выполняется анализ каждой из поверхностей, рассматривается вопрос о химическом составе материала, из которого изготавливается фланец. Также предлагаются несколько вариантов изготовления заготовки для детали.

Во втором разделе работы выполняется технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, определяется тип производства для изготовления детали и описываются его характеристики, выполняется выбор методов обработки каждой поверхности детали, составляется план изготовления фланца, выполняется расчет припусков на одну из поверхностей, рассчитываются режимы резания на технологические операции, подвергающиеся модернизации.

В третьем разделе выполняется проектирование специального токарного приспособления, имеющего автоматизированный привод. Рассчитываются силы зажима заготовки в приспособление, определяется необходимое усилие и для этого проектируется привод.

В четвертом разделе работы для обработки внутреннего отверстия разрабатывается конструкция режущего инструмента, работающего в условиях автоматизированной обработки на станке.

Работа также содержит заключение и приложения, в которых находятся маршрутные технологические карты, содержащие подробную информацию по технологическому процессу, операционные карты и карты эскизов, выполненные на модернизируемые операции.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение и условия работы детали	5
1.2 Классификация поверхностей детали	5
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	6
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	9
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.4 Расчет припусков.....	12
2.5 Назначение режимов резания.....	14
3 Проектирование станочного приспособления.....	23
3.1 Сбор исходных данных.....	23
3.2 Определение зажимного усилия	24
3.3 Расчёт зажимного механизма патрона	26
3.4 Расчёт силового привода.....	26
4 Проектирование режущего инструмента.....	28
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	32
5.1 Описание технического объекта.....	32
5.2 Описание предлагаемых нововведений	32
5.3 Описание предлагаемых мероприятий по безопасности и экологичности.....	32
5.4 Заключение.....	34
6 Экономическая эффективность работы.....	35
Заключение.....	40
Список используемой литературы	41
Приложение А. Маршрутные карты.....	43

Введение

Машиностроение является передовой промышленностью многих стран. К этому числу относится и Российская Федерация. Как известно в машиностроении используется технологическое оборудование, которое оснащается приспособлениями. Приспособления призваны упростить задачу рабочим, так как направлены на увеличение точности и продуктивности установки заготовок на станки, или для упрощения процессов сборки узлов и механизмов.

Зажимные механизмы в приспособлениях предназначены для крепления и удержания заготовки при воздействии на нее внешних сил, таких как силы резания, сила тяжести и так далее.

Также зажимной механизм должен обеспечивать однозначность фиксации заготовки, так как от этого зависит точность базирования и, соответственно, точность ее изготовления.

Выделяют комбинированные и элементарные механизмы для зажима. Элементарным характерен исключительно зажимной характер выполнения работы. По типу зажима они могут быть винтовыми, рычажными, эксцентриковыми и так далее. Комбинированные же механизмы сочетают в себе несколько элементарных, что усложняет их конструкцию, но и делает их более многофункциональными.

Таким образом, качество изготовления деталей машин во многом зависит от применяемой станочной оснастки. Следовательно, качество изготовления станочной оснастки играет одну из главных ролей при технологической подготовке производства.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления фланца специального зажимного приспособления заданной точности и наименьшей себестоимости.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали.

В работе специального приспособления фланец выполняет функцию опоры для вала. Центральное отверстие фланца устанавливается подшипник, в который затем запрессовывается шейка вала.

1.2 Классификация поверхностей детали.

Пронумеруем поверхности фланца и представим это на рисунке 1.

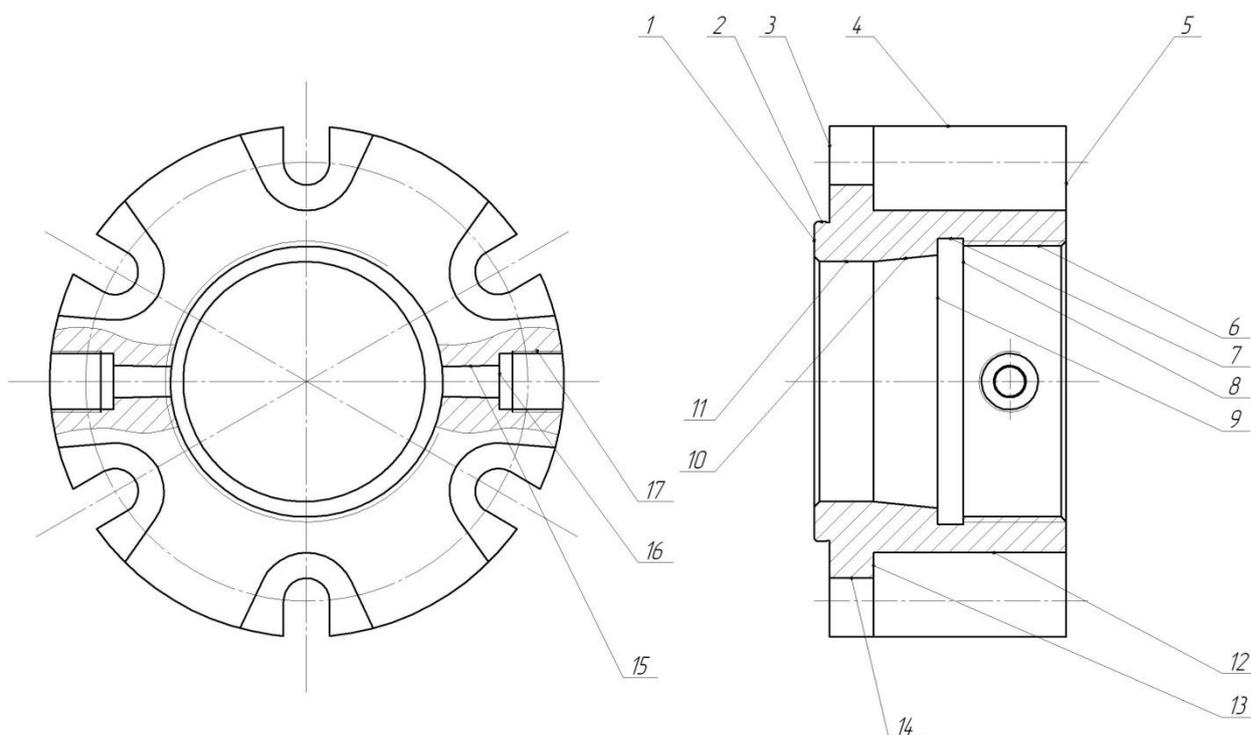


Рисунок 1 - Классификация поверхностей детали

Исполнительной поверхностью фланца является внутреннее коническое отверстие 10, на которое будет опираться кольцо подшипника.

Основными конструкторскими базами фланца являются цилиндрическая наружная поверхность 2 и торцовая поверхность, прилегающая к корпусу приспособления 3.

Вспомогательными конструкторскими базами фланца являются резьбовое внутреннее центральное отверстие 6, два отверстия 15, предназначенные для крепления штифтов, цилиндрическое центральное отверстие 11 и два резьбовых отверстия для заглушек 17.

Остальные поверхности будут свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Материалом фланца является конструкционная сталь 45 ГОСТ 1050-2013 [5]. Данный материал соответствует требованиям по прочности и твердости. Он состоит из углерода (C) с содержанием 0,42...0,5%, марганца (Mn) с содержанием 0,5...0,8%, фосфора (P) с содержанием не более 0,035%, кремния (Si) с содержанием 0,17...0,37%, никеля (Ni) с содержанием не более 0,25%, серы (S) с содержанием не более 0,04%, хрома (Cr) с содержанием не более 0,25%, мышьяка (As) с содержанием не более 0,8%, меди (Cu) с содержанием не более 0,5%. Остальное в составе стали – железо (Fe).

Физико-механические свойства стали 45 представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 45

σ_B	ψ	σ_T	δ_5	НВ
МПа	%	МПа	%	не более
530	32	275	15	180

Заготовку для фланца можно получить многими способами. [14]

«Прокатка – деформирование холодного или нагретого металла вращающимися валками для изменения формы и размеров поперечного сечения и увеличения длины заготовки. Валки бывают гладкими для прокатки листов и лент и калиброванными, которые имеют на рабочей поверхности вырезы (ручьи) в соответствии с требуемой формой (профилем

прокатываемого изделия. Совокупность двух ручьев пары валков образуют калибр. Обычно прокатка проводится за несколько рабочих ходов (пропусков заготовки между валками) с постепенным приближением ее формы и размеров к требуемым. Необходимое число калибров и их правильную конфигурацию (калибровка валков) устанавливают на основе анализа пластического течения металла при прокатке с учетом технико-экономических показателей процессов». [11]

«Сортовой прокат простой (в сечении квадрат, круг, прямоугольник, шестигранник) и сложной – фасонной (двутавровые балки, швеллеры, рельсы, уголки и т.д.) - формы прокатывают на сортовых станках без блюмов и заготовок, пропуская их через ряд (9...15 шт.) соответствующих калибров». [11]

«Процессы получения деформированных заготовок независимо от их формы, габаритов и массы должны быть непродолжительными, высокопроизводительными, нетрудоемкими и обеспечивать снижение себестоимости, повышение качества и точности готовой продукции». [11]

«Для изготовления поковок и штамповок нередко достаточен только один способ, например ковка или горячая объемная штамповка на прессах. Но иногда необходимо применять несколько способов в определенном сочетании одного с другим, например ковка и горячая объемная штамповка на молоте или ковка в ковочных вальцах и горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах. Такие технологические процессы называют комбинированными». [11]

Для производства заготовки выбираем два следующих метода: прокат и штамповку на горизонтально-ковочных машинах.

Таким образом, переходим к разработке технологической части.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства.

Формирование типа производства происходит на основе многих факторов.

«Одним из основных принципов построения технологических процессов является принцип совмещения технических, экономических и организационных задач, решаемых в данных производственных условиях. Проектируемый технологический процесс должен обеспечивать выполнение всех требований к точности и качеству изделия, предусмотренных чертежом, при наименьших затратах труда и минимальной себестоимости в установленные сроки. Наименьшие затраты изготовления изделий могут быть достигнуты в случае построения технологического процесса в соответствии с типом данного производства. Тип производства – это квалификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий». [20]

В нашем случае будем основываться на массе заготовки $m=12,3$ кг и программе выпуска в $N=5000$ деталей в год. Исходя из этих показателей [20], принимаем среднесерийный тип производства.

«В серийном производстве выпускаются изделия ограниченной номенклатуры, изготавливаемые периодически повторяющимися партиями со сравнительно большим объемом выпуска. На рабочих местах выполняется несколько периодически повторяющихся операций. Технологические особенности серийного производства изменяются в зависимости от номенклатуры, трудоемкости, количества изделий в партии деталей. Различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство». [20]

«Серийное производство является основным типом машиностроительного производства. Примерно 75...80% всей продукции машиностроения страны изготавливается на заводах серийного производства. Примером серийного производства являются предприятия, изготавливающие станки, прессы, деревообрабатывающее оборудование, текстильные машины, насосы, вентиляторы и т.д. В серийном производстве заготовки обрабатываются партиями». [20]

«В серийном производстве процесс изготовления деталей построен по принципу дифференциации операций. Отдельные операции закреплены за определенным рабочим местом. Поэтому серийное производство характеризуется необходимостью переналадки технологического оборудования при переходе на изготовление деталей другой партии». [20]

2.2 Выбор метода получения заготовки.

Для производства заготовки выбираем два следующих метода: прокат и штамповку на горизонтально-ковочных машинах. В этом разделе рассчитаем себестоимость заготовок, изготовленных данными методами и сравним их.

При штамповке масса заготовки будет равна 17,5 кг [8], а при прокате 26,5 кг [6].

Рассчитаем стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [13].

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

где $C_c = 0,495$; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,085$. [13]

Тогда

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

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [13].

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

где $C_{умт} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$. [13]

Тогда

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

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [13].

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

где $Q_{умт} = 17,5; q = 12,3$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [13]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 17,5 + 0,6578(17,5 - 12,3) - (17,5 - 12,3)0,0144 = 8,0969 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [13].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{пр} + C_{мех} (Q_{пр} - q) - C_{отх} (Q_{пр} - q), \quad (4)$$

где $Q_{пр} = 26,5; q = 12,3$ кг;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [13]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 26,5 + 0,6578(26,5 - 12,3) - 0,0144(26,5 - 12,3) = 12,3665 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее выгодным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

Годовая экономия при этом

$$\mathcal{E}_2 = (C_{ми} - C_{ми})N_2 = (3,2392 - 1,9918)5000 = 6237 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей.

«Методы обработки назначают, исходя из требований, предъявляемых к точности (квалитету IT) и качеству (шероховатости Ra) поверхности с учетом свойств материала. При этом каждый последующий метод должен уточнять предыдущий на 1-3 квалитета». [1]

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) [16] и требуемой шероховатости (Ra 6,3) поверхностей 1, 4, 5, 7, 8, 9 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 7) и требуемой шероховатости (Ra 1,6) поверхностей 2, 6, 11 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение, шлифование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхности 3 назначим последовательность ее обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 7) и требуемой шероховатости (Ra 0,8) поверхности 10 назначим последовательность ее обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 6,3) поверхностей 12, 13, 14 назначим последовательность их обработки: фрезерование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 7) и требуемой шероховатости (Ra 1,6) поверхности 15 назначим последовательность ее обработки: сверление, зенкерование и развертывание.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости (Ra 6,3) поверхности 16 назначим последовательность ее обработки: сверление и цекование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 10) и требуемой шероховатости ($Ra\ 3,2$) поверхности 17 назначим последовательность ее обработки: сверление и резьбонарезание.

2.4 Расчет припусков.

«Припуск – слой металла, удаляемый с поверхности заготовки для достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности. Обычно при получении поверхности применяют несколько методов обработки». [1]

Определим припуски на обработку поверхности 2 с параметрами $\varnothing 125h7_{(-0,04)}$ расчетно-аналитическим методом. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из чернового и чистового точения, термообработки и шлифования.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$a = R_z + h_\phi. \quad [4] \quad (5)$$

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

$$\Delta = 0,25 \cdot Td. \quad [4] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 4,0 = 1,000.$$

$$\Delta_1 = 0,25 \cdot 0,400 = 0,100.$$

$$\Delta_2 = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025.$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,160 = 0,040.$$

$$\Delta_3 = 0,25 \cdot 0,040 = 0,010.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. \quad [4] \quad (7)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). \quad [4] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{1,000^2 + 0,025^2} = 1,412.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,100^2 + 0} = 0,300.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,040^2 + 0^2} = 0,140.$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). \quad (9)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 1,412 + 0,5(4,0 + 0,4) = 3,612.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,3 + 0,5(0,4 + 0,1) = 0,550.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,140 + 0,5(0,100 + 0,040) = 0,210.$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{3\min} = 119,960.$$

$$d_{3\max} = 120,000.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 120,000 + 2 \cdot 0,140 = 120,280.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 120,280 + 0,160 = 120,440.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 120,440 \cdot 0,999 = 120,320.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 120,320 + 0,100 = 120,420.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 120,420 + 2 \cdot 0,300 = 121,020.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 121,020 + 0,400 = 121,420.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 121,420 + 2 \cdot 1,412 = 124,244.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 124,244 + 4,0 = 128,244.$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}). \quad (10)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(124,244 + 128,244) = 126,244.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(121,420 + 121,020) = 121,220.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(120,420 + 120,320) = 120,370.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(120,440 + 120,280) = 120,360.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(119,960 + 120,000) = 119,980.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{3\max}. \quad (11)$$

$$2Z_{\min} = 124,244 - 120,000 = 4,244.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_3. \quad (12)$$

$$2Z_{\max} = 4,244 + 4,000 + 0,040 = 8,284.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}). \quad (13)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(8,284 + 4,244) = 6,284.$$

2.5 Назначение режимов обработки.

2.5.1 Назначение режимов обработки на операцию 010.

Примем глубину резания и подачу $t = 2,5; S = 0,3$. [18]

Скорость резания

$$V_0 = 180 \text{ м/мин. [18]}$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (14)$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [2]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 200} = 286,6 \text{ мин}^{-1}. \quad (15)$$

$$n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 250}{1000} = 157 \text{ м/мин.} \quad (16)$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/мин.} \quad (17)$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{153}{75} = 2,04 \text{ мин.} \quad (18)$$

2.5.2 Назначение режимов обработки на операцию 035.

Переход 1.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_d, [18] \quad (19)$$

$L_p = 29$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_d = 0$ мм.

Тогда $L = 29 + 1 + 0 = 30$, мм.

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda, \quad (20)$$

где

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

$T_M = 60$ мин. [18]

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

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (21)$$

где $V_{TAB} = 15$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [18]

Тогда $V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7$, м/мин.

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 23} = 148,2, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 125 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 125}{1000} = 9,0, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 125 = 25, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{23 \cdot 2}{25} = 1,84, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_P + L_{II} + L_D, [18]$$

$L_P = 26$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_D = 0$ мм.

Тогда $L = 26 + 1 + 0 = 27$, мм.

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [18]}$$

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

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

где $V_{TAB} = 15$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [18]

Тогда $V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7$, м/мин.

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 11,9} = 286,4, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 250$ мин⁻¹.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,9 \cdot 250}{1000} = 9,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{27 \cdot 2}{50} = 1,08, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_d, [18]$$

$L_p = 3$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_d = 0$ мм.

Тогда $L = 3 + 1 + 0 = 4$, мм.

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [18]}$$

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

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

$$\text{где } V_{TAB} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. [18]$$

$$\text{Тогда } V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7, \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 23} = 148,2, \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Принимаем } n = 125 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 125}{1000} = 9,0, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 125 = 25, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{4 \cdot 2}{25} = 0,32, \text{ мин.}$$

Переход 4.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_d, [18]$$

$L_p = 20$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_d = 0$ мм.

Тогда $L = 20 + 1 + 0 = 21$, мм.

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [18]}$$

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

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

$$\text{где } V_{TAB} = 8; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. [18]$$

Тогда $V = 8 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 5,70$, м/мин.

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 5,7}{3,14 \cdot 24} = 75,6, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 63 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 63}{1000} = 4,7 \text{ , м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 1,0 \cdot 63 = 63 \text{ , мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{21 \cdot 2}{63} = 0,67 \text{ , мин.}$$

Переход 5.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d, [18]$$

$L_p = 10$ - длина обработки;

$L_{\Pi} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_d = 0$ мм.

Тогда $L = 10 + 1 + 0 = 11$, мм.

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [18]}$$

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

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

где $V_{TAB} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95$. [18]

Тогда $V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7$, м/мин.

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 12,4} = 274,8 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 63 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 12,4 \cdot 250}{1000} = 9,7 \text{ , м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{11 \cdot 2}{50} = 0,44 \text{ , мин.}$$

Переход 6.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_P + L_{II} + L_D, [18]$$

$L_P = 5$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_D = 0$ мм.

Тогда $L = 5 + 1 + 0 = 6$, мм.

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [18]}$$

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

Примем подачу $S_0 = 0,1$ мм/об.

Скорость резания

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

где $V_{TAB} = 20; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95$. [18]

Тогда $V = 20 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 14,3$, м/мин.

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 14,3}{3,14 \cdot 12,6} = 361,4, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 12,6 \cdot 315}{1000} = 12,5, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 315 = 31,5, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{6 \cdot 2}{31,5} = 0,38, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,84 + 1,08 + 0,32 + 0,67 + 0,44 + 0,38 = 4,73, \text{ мин.}$$

Эти данные вносим в технологические карты, представленные в приложении А, а также в технологические наладки, представленные в графической части работы.

3 Проектирование станочного приспособления

3.1 Сбор исходных данных.

«Приспособления, рабочие и контрольные инструменты, вместе взятые, называют технологической оснасткой, причем приспособления являются наиболее сложной и трудоемкой ее частью. Современные механосборочные цехи располагают большим парком приспособлений. В крупносерийном и массовом производстве на каждую обрабатываемую деталь приходится в среднем десять приспособлений. Наиболее значительную их долю (80-90% общего парка приспособлений) составляют станочные приспособления, применяемые для установки и закрепления обрабатываемых заготовок. Сложность построения технологических процессов в машиностроении обуславливает большое разнообразие конструкций приспособлений и высокий уровень предъявляемых к ним требований. Недостаточно продуманные технологические и конструкторские решения при создании приспособлений приводят к удлинению сроков подготовки производства, к снижению его эффективности». [19]

«Использование приспособлений способствует повышению производительности и точности обработки, сборки и контроля; облегчению условий труда, сокращению количества и снижению необходимой квалификации рабочих; строгой регламентации длительности выполняемых операций; расширению технологических возможностей оборудования; повышению безопасности работы и снижению аварийности». [19]

«Производительность при использовании приспособлений повышается устранением разметки заготовок и сокращением штучного времени по всем основным технологическим операциям. Анализируя формулу штучного времени, можно установить, что при использовании приспособлений сокращаются все его составляющие. Основное время уменьшают, применяя

многоинструментальную обработку и многоместные приспособления, а также повышая режимы резания в результате увеличения жесткости технологической системы». [19]

Разработаем автоматизированное станочное приспособление для токарной операции 010. Схема операции представлена на рисунке 2.

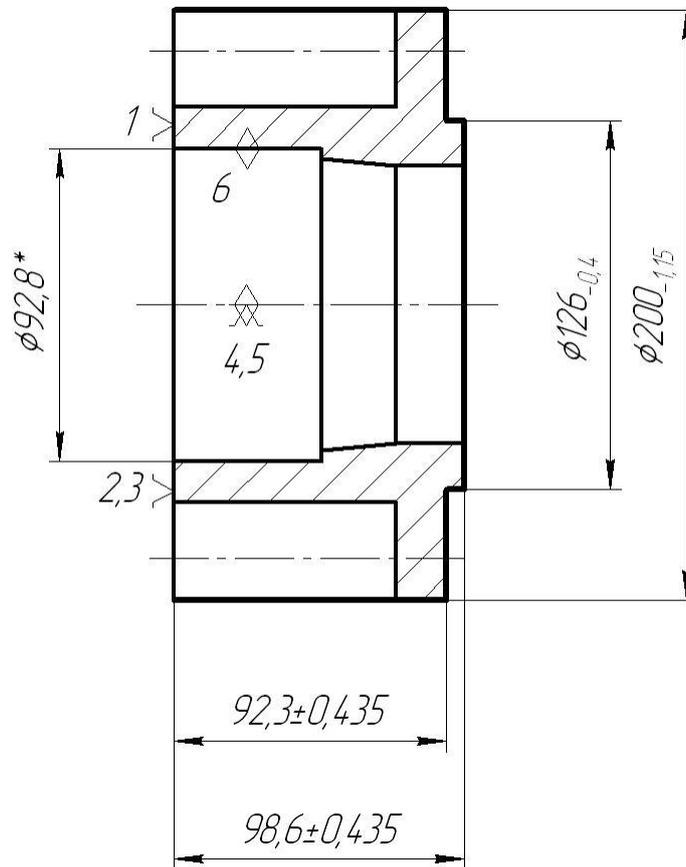


Рисунок 2 - Схема обработки

3.2 Определение зажимного усилия.

Найдем составляющие силы резания P_z и P_y

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

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

для P_z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$;

$$K_p = 0,9. \quad [10]$$

Тогда

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot 0,9 = 1281,6, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 157^{-0,3} \cdot 0,9 = 531,5, \text{ Н.}$$

Крутящий момент, пытающийся повернуть заготовку равен

$$M_p = (P_z \cdot d_0) / 2, \quad (23)$$

где P_z - сила резания;

d_0 – максимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Схема действия сил при базировании заготовки в приспособлении представлена на рисунке 3.

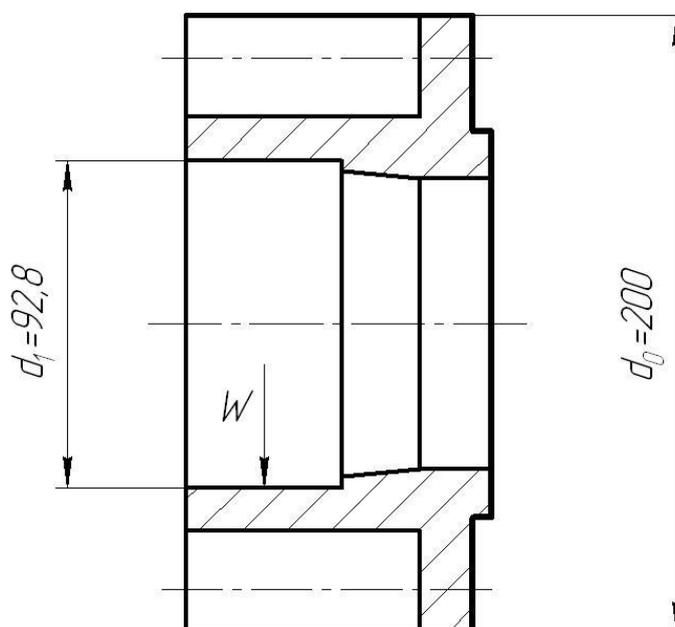


Рисунок 3 - Схема закрепления

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый по формуле:

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый зависимостью:

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2}, \quad (24)$$

$$W^1 = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2}. \quad (25)$$

Коэффициента запаса K определим по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (26)$$

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,2; K_2 = 1; K_3 = 1. [10]$$

Тогда $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$.

$$W = \frac{1,8 \cdot 1281,6 \cdot 200}{0,3 \cdot 92,8} = 16572, \text{ Н.}$$

3.3 Расчёт зажимного механизма патрона.

Усилие, создаваемое приводом

$$Q = \frac{W}{i_c} \quad (27)$$

где $i_c = \frac{A}{B} \cdot [10]$

В нашем случае $i_c = 2$ по конструкции.

$$\text{Тогда } Q = \frac{16572}{2} = 8286, \text{ Н.}$$

3.4 Расчёт силового привода.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}; \quad (28)$$

где $P = 0,4$ МПа.

$$D = 1,13 D = 1,13 \sqrt{\frac{8286}{0,4 \cdot 10^6}} = 82, \text{ мм.}$$

Так как в данном приспособлении будут обрабатываться различные заготовки в связи с среднесерийным типом производства, конструктивно принимаем диаметр поршня равным 150 мм.

Ход поршня определим по формуле:

$$S_0 = S_w / i_n \quad (29)$$

где $S_w = 5$.

Принимаем $S_0 = 5$ мм.

«Контактную жесткость стыков, работающих на сжатие, повышают, уменьшая шероховатость и волнистость сопрягаемых поверхностей, применяя шлифование и шабрение. Возможность контактных деформаций в неподвижных стыках снижают сильной предварительной затяжкой их крепежных деталей. Плоские стыки менее жестки на изгиб, чем на кручение. При работе круглого стыка на кручение более благоприятно равномерное расположение болтов. В стыках, работающих на изгиб, рекомендуется располагать болты неравномерно – по возможности смещая их как можно дальше от нейтральной оси. Жесткость шлифованных стыков мало отличается от стыков с шабреными и притертыми плоскостями. Очевидно, что контактная жесткость закаленных деталей выше, чем у сырых. Строганные поверхности при совпадении рисок обработки имеют также высокую жесткость. Следует отметить, что для повышения контактной жесткости и демпфирующих свойств контактные поверхности садят на тонкую клеевую прослойку». [19]

При проектировании приспособления будем учитывать вышеизложенные рекомендации.

Чертеж приспособления представлен в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

«Режущие инструменты – это орудия производства, конечная составная часть металлорежущих станков, находящаяся в контакте с обрабатываемой заготовкой. Их предназначение – снятие припуска и формирование поверхности и размеров детали в соответствии с техническими требованиями рабочего чертежа. Не смотря на большое разнообразие конструкций режущих инструментов и специфических особенностей их применения, для них характерны общие конструктивные, геометрические и другие элементы, а также способы крепления на станках». [12]

«Зенкеры – это осевые много лезвийные режущие инструменты, которые применяются для промежуточной или окончательной обработки отверстий, полученных предварительно сверлением, литьём, ковкой или штамповкой, с целью повышения их точности до IT11...IT10 и уменьшения шероховатости обработанной поверхности до Ra 40...10 мкм. Зенкеры получили широкое распространение в массовом и серийном производствах. По сравнению с расточными резцами они, являясь мерными инструментами, не требуют настройки на размер, что обеспечивает сокращение вспомогательного времени и повышает точность отверстий». [12]

На сверлильной операции 035 выполняется зенкерование отверстия до размера $\varnothing 12,4^{+0,027}$, с конусностью 1:50. В этом разделе работы выполним проектирование режущего инструмента для выполнения данного перехода операции. Эскиз этого перехода представлен на рисунке 4.

«Передний угол γ ввиду малой длины главных режущих кромок и радиального их расположения при проектировании новых зенкеров рекомендуются следующие значения этих углов: при обработке сталей $\gamma = 8...12^\circ$, чугунов $\gamma = 6...10^\circ$, цветных металлов $\gamma = 25...30^\circ$, твердых сталей и чугунов $\gamma = 0...5^\circ$ ». [12]

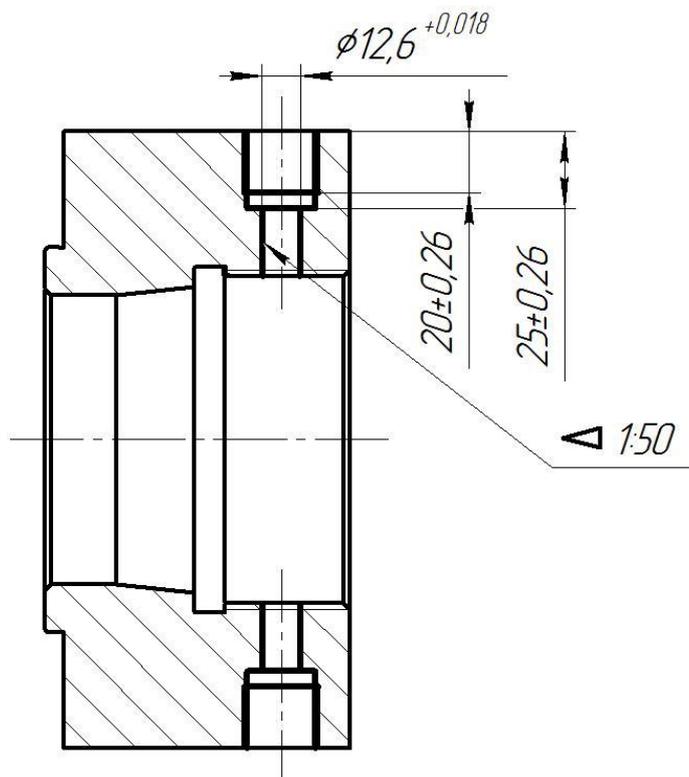


Рисунок 4 – Эскиз перехода 5 операции 035

В нашем случае обрабатываемым материалом является довольно твердая сталь 45, поэтому принимаем $\gamma = 3^\circ$.

«Назначение зенкеров – увеличение отверстия, полученного сверлением, штамповкой или отливкой, а также исправление направления оси отверстия. Зенкерование – предварительный процесс перед развертыванием. Зенкерованием получают более точное отверстие, чем при сверлении. После зенкерования получают отверстие 11-12-го качества точности. Отверстия 7-8 качества необходимо развертывать. Зенкер снимает большой припуск, а развертка зачищает, калибрует отверстие, исправляет форму. Зенкеры насадные изготавливаются с прямыми, наклонными и винтовыми стружечными канавками; с тремя, четырьмя и пятью зубьями (перьями)». [2]

«Задний угол α у зенкеров, как и у спиральных сверл, создается заточкой по плоскости или по конической и винтовой поверхностям. Для контроля осевого биения режущих кромок при заточке или доводке на задней

поверхности около режущей кромки необходимо оставлять узкую ленточку шириной 0,03...0,05 мм. При этом величина биения режущей кромки должна быть не более 0,05...0,06 мм. Заточка узкой ленточки крайне необходима, так как биение режущих кромок оказывает большое влияние на нормальную работу зенкеров». [12]

Принимаем задний угол $\alpha = 12^\circ$, угол при вершине зенкера $2\varphi = 118^\circ$.

Спиральные зенкеры изготавливают с 3-4 зубьями.

Примем 3 зуба.

Найдем глубину резания

$$t = \frac{D - D_0}{2}. \quad (30)$$

$$D = D_{\text{ном}} + \frac{1}{2}IT = 12,4 + \frac{1}{2}0,027 = 12,41, \text{ мм.} \quad (31)$$

$D_0 = 11,9$ мм - по условию.

Тогда

$$t = \frac{12,41 - 11,9}{2} = 0,255, \text{ мм.}$$

При обработке стали 45 принимаем угол наклона стружечных канавок $\omega = 30^\circ$. [12]

Основные параметры вновь проектируемого зенкера представлены на рисунке 5.

Примем длины режущей части $l_k = 37,5$ мм; рабочей части $l_{\text{раб}} = 45$ мм; хвостовой части $l_x = 55$ мм.

Тогда найдем общую длину зенкера

$$L = l_{\text{раб}} + l_x = 45 + 55 = 100, \text{ мм.}$$

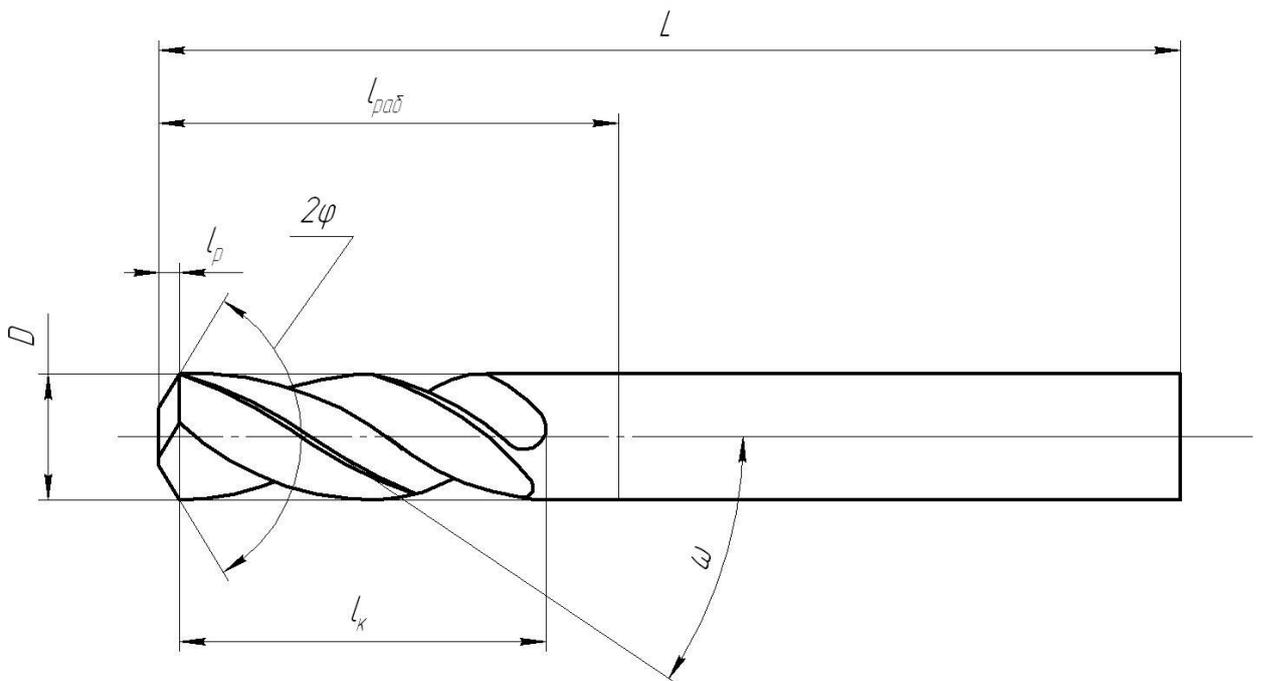


Рисунок 5 - Основные параметры зенкера

«Допуск на диаметр зенкеров устанавливается в зависимости от назначения зенкера и допуска на обработанное отверстие». [12]

В нашем случае после зенкерования на операции будет проводиться развертывание поверхности, поэтому данный зенкер предназначен для предварительной обработки. Окончательной обработкой будет являться развертывание отверстия.

Чертеж зенкера представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Описание технического объекта.

Объектом рассмотрения является участок механической обработки детали «фланец», на котором осуществляется технологический процесс, согласно среднесерийному типу производства.

Участок содержит четыре токарных станка с ЧПУ СА500СФ3К, два вертикально-фрезерных станка с ЧПУ 6Р13Ф3, два внутришлифовальных станка с ЧПУ 3М225ВФ2, один резьбошлифовальный станок 5К822В и один круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2.

Перечисленное оборудование осуществляет механическую обработку производимой на участке детали.

5.2 Описание предлагаемых нововведений.

В работе предлагается заменить станочные приспособления на операциях 005, 010, 015 и 020, работающие от ручного привода автоматизированными. Автоматизация работы станочных приспособлений позволит уменьшить работы станочников, связанные с вращением механизмов для зажима-разжима заготовки, что приведет с одной стороны к сокращению времени на установку и снятие заготовки в оборудовании, а с другой стороны снизит риски получения станочниками производственных травм на рабочем месте.

5.3 Описание предлагаемых мероприятий по безопасности и экологичности.

Со стороны безопасности рассмотрения объекта автоматизация является полезным усовершенствованием. Ведь это снижает риски получения

рабочими травм, связанных с ручным приведением в действие станочной оснастки, в частности токарного патрона. Для закрепления заготовки необходимо вставить ключ в патрон, закрутить по часовой стрелке до упора, что приведет движению кулачков к центру патрона, при этом происходит закрепление заготовки. После проведения обработки необходимо раскрепить заготовку. При этом необходимо вставить ключ в механизм приспособления и прокрутить оборота на три-четыре ключ против часовой стрелки, что приведет к движению кулачков патрона от центра и заготовка разожмется в кулачках.

Эти действия предлагается исключить автоматизацией патрона. При этом теперь станочник должен нажать на кнопку и приспособление при помощи привода проведет раскрепление и раскрепление заготовки. Остаются только действия по вставке заготовки перед обработкой до упора и снятие ее после обработки.

«При механической обработке металлов, пластмасс, и других материалов на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных, заточных и др.) возникает ряд физических, химических, психофизиологических и биологических опасных и вредных производственных факторов. Движущиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки, стружка обрабатываемых материалов, высокая температура поверхности обрабатываемых изделий и инструмента, повышенное напряжение в электрической сети или статического электричества, при котором может произойти замыкание через тело человека, относятся к категории физических опасных факторов». [17]

Автоматизацией работы станочных приспособлений мы уменьшили движения рабочих и, таким образом, улучшили условия работы.

Воздействие электрического тока и статического электричества практически исключается применением резиновых ковриков [3] на рабочем

месте операторов станков. При этом также необходимо выполнить заземление от станин станков.

Высокая температура обрабатываемых изделий и инструмента, получаемая при изготовлении деталей уменьшается подачей в зону обработки смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), эти уменьшаются риски воздействия высоких температур на рабочих-операторов станков. Попадание СОТС на кожу операторов станков исключается применением в конструкции станков защитных экранов.

Стружка при обработке может быть сливной. Это делает невозможным применением на державках обрабатываемых резцов стружколомов [9], которые ломают стружку и делят ее на мелкие части. Таким образом, стружка не может опутать оператора и так далее. Также нами предлагается применять центральный конвейер [7] по удалению стружки в производственном цехе.

5.4 Заключение.

Предлагаемые мероприятия по охране труда позволят минимизировать производственный травматизм на проектируемом участке по изготовлению шкивов, а также улучшить экологичность всего технического объекта по изготовлению детали «фланец». Даны рекомендации по совершенствованию охраны труда на рабочих местах модернизированных операций техпроцесса.

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.

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на операции 010 (токарная) зажимное приспособление. Это изменение привело к сокращению трудоемкости выполнения этой операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, предстоит подтвердить эффективность еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры: машинное и штучное время, модель оборудования до и после совершенствования технологического процесса, наименование инструмента и оснастки, также до и после совершенствования, применяемые на операции 010, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [15].

Далее будут представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны величины слагаемых капитальных вложений, сумма которых для внедрения предложенных изменений составит 258609,78 руб.

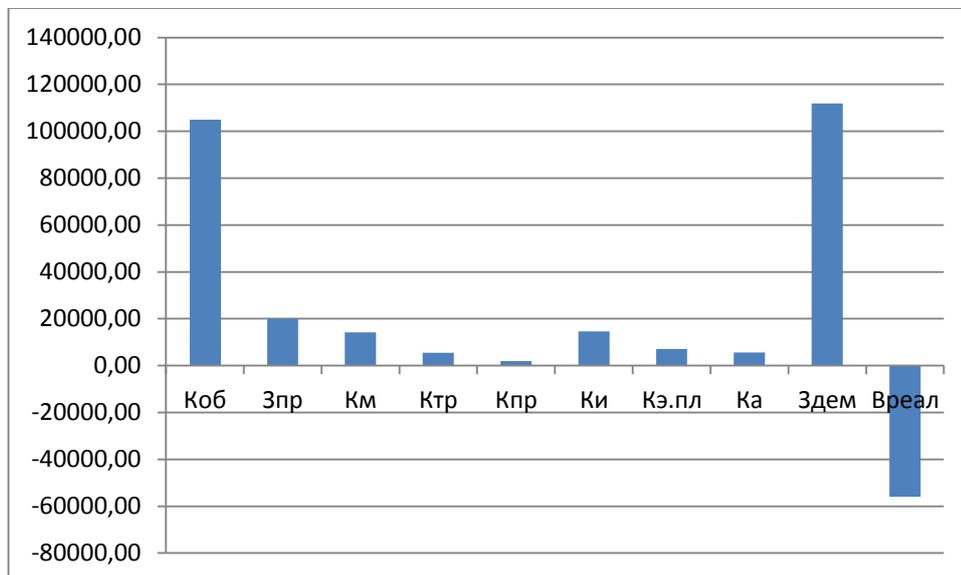


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя представленные на рисунке 4 данные, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затраты являются:

– затраты на демонтаж заменяемого оборудования ($Z_{ДЕМ}$), с величиной 50,91 % от всей величины капитальных вложений;

– прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$), величина которых составляет 48,25 % от общей суммы капитальных вложений.

Все остальные значения не превышают даже 10 %, и находятся в интервале от 0,75 % до 7,8 %. Но не смотря на их относительную не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так они отображают значения затрат, таких приобретений как инструмент ($K_{И}$), эксплуатацию производственной площади ($K_{Э.ПЛ}$), транспортные средства ($K_{ТР}$), доставку и монтаж вновь вводимого оборудования ($K_{М}$), затраты на проектирование ($Z_{ПР}$) и другие показатели, относящиеся к эксплуатации оборудования с числовым программным управлением.

На рисунке 7 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «фланец», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. Правда значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеоговоренного параметра, т. к. в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не метался, поэтому остается без изменения.

Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что две величины имеют примерные равные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

– расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 48,05 % для базового варианта и 44,02 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;

– заработная плата оператора ($Z_{ПЛ.ОП}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного станка, доля которой составляет 30,35 % для базового варианта и 40,11 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

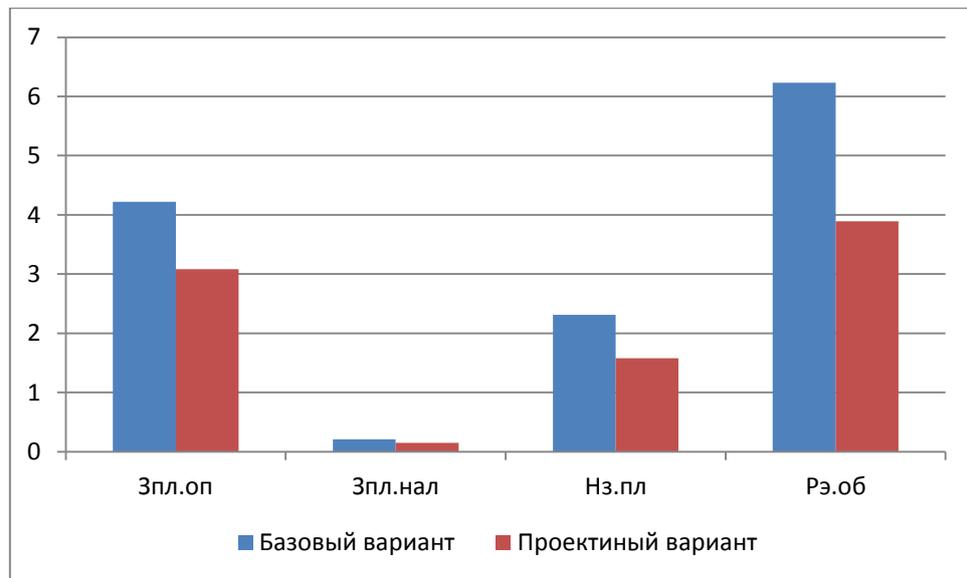


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «фланец», по вариантам, руб.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «фланец» по операции 010 технологического процесса, представлены на рисунке 8.

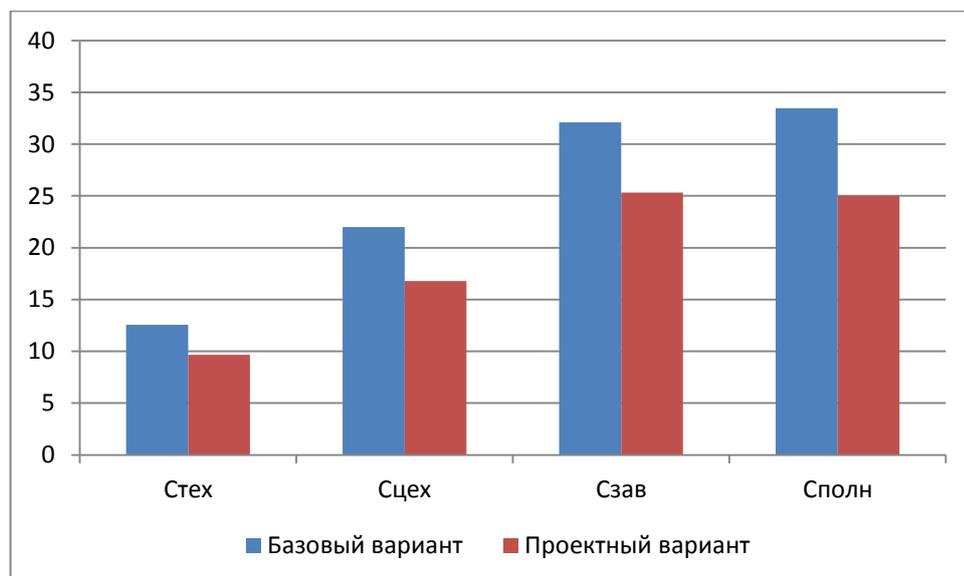


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 8, значение полной себестоимости ($C_{\text{полн}}$) для базового варианта составило 33,78 рубля, а для проектируемого варианта всего лишь 25,17 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 226412,46 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является максимально допустимым для внедрения нового оборудования по совершенствованному технологическому процессу. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 30243,32 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,27 рублей.

Заключение

В результате выполнения выпускной работы нами выполнен анализ служебного назначения детали, пронумерованы и проклассифицированы все поверхности фланца, выполнен анализ химического состава материала детали и рассмотрена технологичность конструкции фланца.

В технологической части работы выбран тип машиностроительного производства, описан характер выбранного типа производства, рассмотрены два варианта получения заготовки для изготовления детали и проведен технико-экономический расчет. В результате сравнения затрат на получение заготовки был выбран метод штамповки. На изготовление одной самой точной поверхности рассчитаны технологические припуски расчетно-аналитическим методом. На токарную и фрезерную операции технологического процесса проведен расчет режимов обработки.

Для базирования заготовки на токарных операциях спроектировано станочное приспособление. В отличие от базового варианта оно имеет автоматизированный привод. Таким образом, рабочему-станочнику не придется поворачивать ручки патрона, а это будет происходить в автоматическом режиме. Это мероприятие снижает вспомогательное время операции, что дает экономический эффект.

Для пятого перехода фрезерной операции спроектирован режущий инструмент. На этом переходе необходимо отзенкеровать внутреннее отверстие перед развертыванием. Для этого спроектирован зенкер. В отличие от стандартного инструмента работой предлагается на зенкер нанести износостойкое покрытие, что увеличит стойкость инструмента и сократит временные затраты, связанные с заменой режущего инструмента на операции.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности.

Проведенный экономический расчет показал эффективность работы.

Список используемой литературы

1. Блюменштейн, В.Ю. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов, С.Н.Ковальчук – Кемерово : КузГТУ, 2016. – 121 с.
2. Богодухов, С.И. Технологические процессы в машиностроении : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / С.И. Богодухов, Р.М. Сулейманов, А.Д. Проскурин; под общ. ред. С.И. Богодухова. – М. : Инновационное машиностроение, 2021. – 640 с.
3. Васильев, В.И. Резание материалов: в 2-х ч. Часть 1 : учебное пособие / В.И. Васильев, А.В. Негодин. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – 236 с.
4. Вереина, Л. И. Металлообработка : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
5. ГОСТ 1050-2013.Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. – 36 с.
6. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 8 с.
7. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия. – 19 с.
8. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски, кузнечные напуски. – 36 с.
9. ГОСТ Р ИСО 23125-2012. Безопасность металлообрабатывающих станков. Станки токарные. – 74 с.
10. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : Учебник. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 320 с.

11. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю.М.Зубарев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 256 с.
12. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент : Учебник для вузов / Д.В.Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев, А.Г.Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2014. – 520 с.
13. Козлов, А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В.Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.
14. Кондаков, А.И. Выбор заготовок в машиностроении : справочник / А.И. Кондаков, А.С. Васильев. – М. : Машиностроение, 2007. – 560 с.
15. Краснопевцева, И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
16. Леонов, О.А. Взаимозаменяемость : учебник / О.А. Леонов, Ю.Г.Вергазова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 208 с.
17. Люманов, Э.М. Безопасность технологических процессов и оборудования : Учебное пособие / Э.М. Люманов, Г.Ш. Ниметулаева, М.Ф.Добролюбова, М.С. Джиляджи. – 2-е изд., стер. – СПб. : Издательство «Лань», 2019. – 224 с.
18. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
19. Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : Учебное пособие / О.И.Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б.Ступко. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 304 с.
20. Тимирязев, В.А. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств : учебник / В.А. Тимирязев, А.Г.Схиртладзе, Н.П. Солнышкин, С.И. Дмитриев. - СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 384 с.

