

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 гидроцилиндра промышленного
робота

Обучающийся	<u>М.А. Головихин</u> (Инициалы Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>
Консультанты	<u>А.М. Кривова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>
	<u>к.э.н., доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>

Тольятти 2024

Аннотация

Автор: Головихин Максим Александрович.

Тема: Технологический процесс изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота.

В работе спроектирован современный технологический процесс изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота.

В первом разделе работы описаны назначение и область применения промышленного робота, а также функции, которые выполняет в нем фланец. В этом разделе также рассмотрен вопрос о верном назначении материала детали. Это важно в связи с необходимостью рационального использования дорогостоящих конструкционных материалов.

В технологическом разделе выбран тип производства. Он выбирается в данном случае исходя из программы выпуска и массы детали. Далее рассчитан метод получения исходной заготовки. На самую точную поверхность детали выполнен расчет припусков расчетно-аналитическим методом. На модернизируемые в работе технологические операции выполнен расчет режимов обработки.

Для закрепления заготовки фланца гидроцилиндра промышленного робота на токарной операции разработана конструкция трехкулачкового патрона, имеющего механический привод. За счет этого оператору токарного станка с ЧПУ облегчается работа и уменьшается операционное время, затрачиваемое на загрузку и выгрузку заготовки на станке, что дало экономический эффект.

Для обработки заготовки на сверлильной операции нами разработана конструкция зенкера, который обрабатывает места фланца под головки винтов. Конструкция зенкера выполнена сборной, что облегчает его переточку и дает возможность использования режущей части в комплекте с другой цапфой.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	8
1.2 Классификация поверхностей детали.....	8
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	9
2 Технологическая часть.....	11
2.1 Определение типа производства.....	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	12
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	14
2.5 Расчет припусков.....	17
2.6 Расчет режимов резания.....	20
3 Проектирование приспособления.....	27
3.1 Исходные данные.....	28
3.2 Силовой расчет.....	29
4 Проектирование режущего инструмента.....	34
4.1 Исходные данные.....	35
4.2 Проектирование зенкера	36
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
5.1 Конструкторско-технологическая и организационно- техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	37
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	40
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	41
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического	

объекта.....	42
6 Экономическая эффективность работы.....	44
Заключение.....	48
Список используемой литературы.....	49
Приложение А. Маршрутные карты.....	52

Введение

Машиностроение является одной из самых передовых направлений развития современной промышленности. От машиностроения зависит производительность многих других отраслей, таких как сельское хозяйство, химическая промышленность, легкая промышленность и так далее.

Машиностроение становится экономически более выгодно при автоматизации производства. Для этого используются различные системы и машины, в число которых входят промышленные роботы. Промышленный робот представляет собой систему, которая выполняет транспортные или ориентирующие работы внутри производства, либо на складских системах. Промышленные роботы оснащаются пневматическими, гидравлическими и электрическими системами, или их комбинациями.

Гидравлические системы представляют собой гидроцилиндр или несколько гидроцилиндров, а также систему управления течением жидкости, которая направляет и изменяет скорость течения жидкости, а также резервуар и фильтры. Стандартный гидроцилиндр двустороннего действия состоит из штока, поршня, двух крышек и гильзы. Гидроцилиндр преобразовывает энергию течения жидкости в механическую энергию движения поршня со штоком. Крышки гидроцилиндров могут быть различной конфигурации. Одним из таких видов крышки может быть фланец.

Деталь фланец является крышкой гидроцилиндра, через которую проходит шток. Фланец является ответственным звеном гидроцилиндра потому, что от качества его изготовления зависит качество действия всего гидроцилиндра.

Целью данной работы является разработка техпроцесса изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота заданного качества с необходимым количеством, согласно годовой программе выпуска.

1 Анализ исходных данных

«Первоначально робот определялся как «автоматический аппарат или устройство, которое выполняет функции, обычно приписываемые человеку». Однако это не очень точное описание, так как в действительности многие роботы могут выполнять различные задачи лучшим и более сложным способом, чем люди». [19]

«Современная робототехника берет начало с 40-х годов прошлого столетия, когда на практическую основу встали роботы атомной энергетики, поскольку прямой контакт человека с радиоактивными материалами не допустим. Уровень развития автоматизации в то время был недостаточно высок, чтобы говорить о создании автоматов для обслуживания атомной техники. Поэтому были найдены технические решения, позволяющие вывести не только человека из опасной зоны, но и использовать его интеллектуальные и физические способности для исполнения работ в этой зоне. Машины, предназначенные для выполнения таких работ, получили название – манипулятор. Это машины многоцелевого назначения, способные выполнять те же действия, что и рука человека». [19]

«Манипулятор состоял из исполнительной механической руки, перемещающейся в рабочей зоне, и задающей механической руки, на которую воздействует оператор, находящийся в безопасной зоне. Руки между собой связаны механическими передачами. Манипулятор имеет шарнирную конструкцию, число звеньев которой достаточно для того, чтобы установить и ориентировать объект в рабочей зоне». [19]

«Манипулятор, оснащенный системой управления и обратными связями, носит название промышленного робота. Робот (рисунок 1) осуществляет все рабочие движения во взаимодействии с каким-либо объектом и внешней средой и воспроизводит (моделирует) двигательные функции руки человека». [19]



Рисунок 1 – Промышленный робот

«В современном промышленном производстве промышленные роботы используются для загрузки и разгрузки множества машин, автоматизации процессов выборки и сортировки, автоматизации сборочных линий на производстве, а также таких основных технологических процессов, как сварка, ковка, штамповка, сборка и окраска». [19]

«Промышленный робот – автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных или управляющих функций». [19]

1.1 Назначение и условия работы детали

Фланец является крышкой гидроцилиндра, через которую проходит шток. Фланец является стопором для рабочей жидкости при выходе из гидроцилиндра, а также крышка при помощи уплотнителей снимает рабочую жидкость с поверхности движущегося штока.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для проведения классификации поверхностей фланца гидроцилиндра промышленного робота пронумеруем каждую из его поверхностей и представим это на рисунке 2.

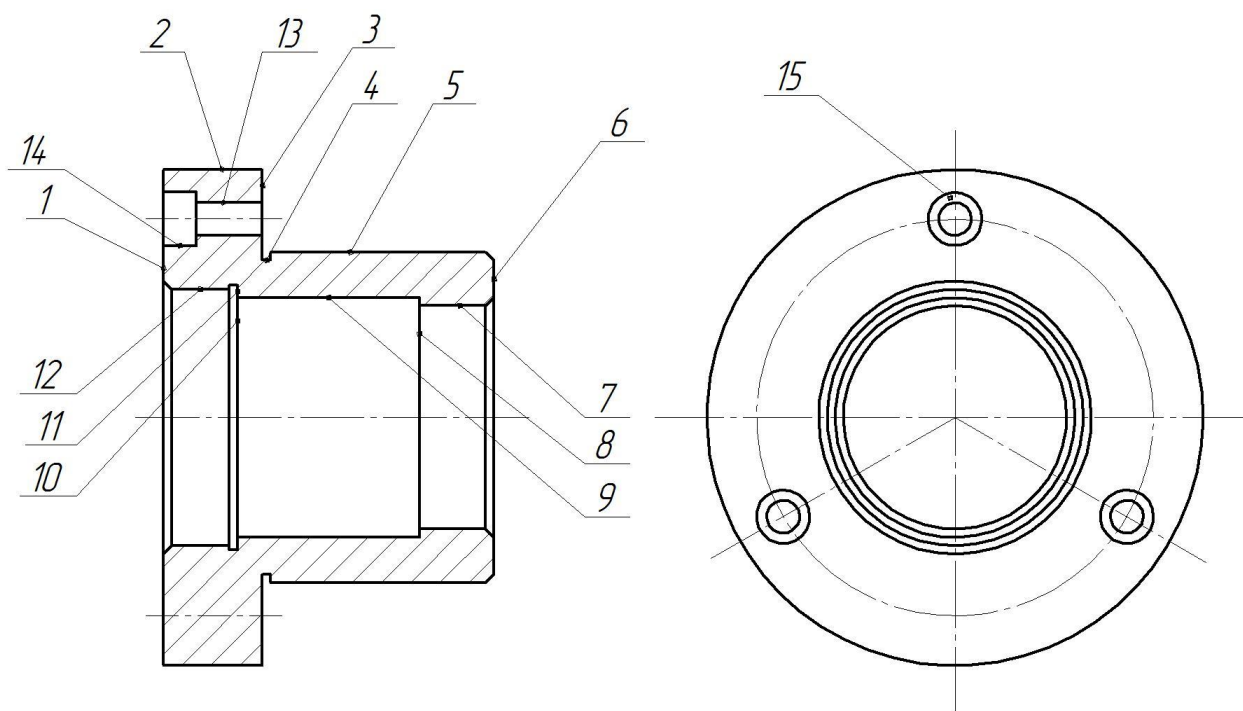


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Исполнительной поверхностью фланца гидроцилиндра промышленного робота является внутренняя цилиндрическая поверхность 7.

Основными конструкторскими базами фланца гидроцилиндра промышленного робота являются наружная цилиндрическая поверхность 5, а также торцовая поверхность 4.

Вспомогательными конструкторскими базами фланца гидроцилиндра промышленного робота являются внутренняя цилиндрическая поверхность 12, внутренняя торцовая поверхность 11 и плоскости под головки винтов 15.

Оставшиеся поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом фланца гидроцилиндра промышленного робота является сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [7], которая содержит около 0,40% углерода (С) и около 1% хрома (Cr). Остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Физико-механические свойства стали 40Х представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40Х

δ_5	σ_B	НВ	ψ
%	МПа	не более	%
10	980	248	45

«Легирующие элементы (от лат. *ligo* - связываю) специально вводят в сталь для достижения требуемых свойств. Легирующие элементы могут образовывать следующие фазы:

- твердые растворы (например, Mn и Ni в Fe);
- легированный цементит или специальные карбиды ((Fe, Cr)₃C, W₃C и другие);
- интерметаллические соединения (Fe₃Ti, Fe₇W₆ и другие)». [22]

«Все легирующие элементы так или иначе влияют на диаграмму железо – цементит. Так, Mn и Ni расширяют область существования аустенита, делая его устойчивым вплоть до комнатной температуры, и сужают область феррита». [22]

«При достаточно большом содержании этих элементов сталь при комнатной температуре имеет аустенитную структуру (и становится парамагнитной). Никель является единственным элементом, который повышает прочность, пластичность и вязкость сталей». [22]

«Cr, Mo, W, Nb, V, Zr и Ti образуют с углеродом высокопрочные твердые карбиды (чем правее металл в этом ряду, тем прочнее карбид). Путем введения этих элементов сталь можно сделать более износостойкой и жаропрочной. Наиболее важное значение имеют карбиды вольфрама, молибдена и титана, которые устойчивы при температурах до 600...1000оС. На основе этих карбидов изготавливают быстрорежущие стали и твердые сплавы, используемые при изготовлении резцов, фрез, сверл и так далее». [22]

«Никель в большинстве случаев является полезной примесью, поступающей из металлолома; повышает прочность, пластичность и вязкость железоуглеродистых сплавов». [22]

«Исходя из структуры, получаемой после охлаждения на воздухе небольших образцов, нагретых до температуры 900оС, различают следующие классы легированных сталей: перлитный, бейнитный, мартенситный, ферритный, аустенитный и карбидный (ледебуритный)». [22]

«Стали перлитного и бейнитного класса содержат сравнительно небольшое количество легирующих элементов; мартенситные – больше, а ферритные, аустенитные и карбидные – еще большее количество легирующих элементов». [22]

Анализируя чертеж фланца, мы видим, что все поверхности довольно доступны для подхода режущего инструмента и контрольного инструмента, поэтому делаем вывод о достаточной технологичности конструкции фланца.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Производство с преимущественным применением методов технологии машиностроения при выпуске изделий называется машиностроительным. Структурной основой машиностроительного завода является цех, представляющий собой совокупность производственных участков. Производственный участок объединяет группу рабочих мест, организованных по предметному, технологическому и предметно-технологическому принципам». [25]

«Одним из основных принципов построения технологических процессов является принцип совмещения технических, экономических и организационных задач, решаемых в данных производственных условиях. Проектируемый технологический процесс должен обеспечить 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 классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий». [25]

«В соответствии с ГОСТ 14.004-83 [6], современное производство подразделяется на три типа: единичное, серийное и массовое». [25]

«Различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Мелкосерийное производство по своим технологическим признакам приближается к единичному, крупносерийное – к массовому». [25]

Для нашего случая при определении типа машиностроительного производства будем ориентироваться на два основных показателя, это годовая программа выпуска $N = 5000$ деталей в год, а также масса детали $m = 2,6$ кг. По этим показателям принимаем среднесерийное производство.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В серийном производстве выпускаются изделия ограниченной номенклатуры, изготавливаемые периодически повторяющимися партиями со сравнительно большим объемом выпуска. На рабочих местах выполняются несколько периодически повторяющихся операций. Технологические особенности серийного производства изменяются в зависимости от номенклатуры, трудоемкости, количества изделий в партии деталей». [25]

«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 так далее. В серийном производстве заготовки обрабатываются партиями». [25]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Метод получения заготовки выбирают, анализируя ряд факторов: материал детали, технические требования на ее изготовление, объем и серийность выпуска, форму поверхностей и размеры детали. Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность детали и минимальную себестоимость, считается оптимальным». [24]

«Максимально приблизить геометрические формы и размеры заготовки к размерам и форме готовой детали – одна из главных задач в заготовительном производстве. Оптимизируя выбор метода и способа получения заготовки, можно не только не только сократить затраты на ее изготовление, но и значительно снизить трудоемкость механической обработки». [24]

«В машиностроении для получения заготовок наиболее широко применяют следующие методы: литье; обработку металлов давлением; сварку; комбинации этих методов. Каждый метод предполагает большое число способов получения заготовок. Вид заготовок и способ их изготовления для конкретной детали определяются: материалом, конструктивной формой, серийностью производства, массой заготовки». [24]

В нашем случае рациональнее всего заготовку можно получить двумя способами, а именно штамповкой или прокатом. При этом достигается необходимая форма. При штамповке [9] масса заготовки будет $m=3,9$ кг, а при прокате [6] $m=8,0$ кг. Далее выполним технико-экономический расчет этих двух вариантов.

«Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке (руб./кг)

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

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

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

«Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой (руб.)

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

где $C_{\text{шт}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_{\epsilon} = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$ ». [15]

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

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой (руб.)

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

где $Q_{ми} = 3,9; q = 2,6; C_{отх} = 0,0144$ ». [15]

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 3,9 + 0,6578(3,9 - 2,6) - (3,9 - 2,6)0,0144 = 1,8953$$

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом (руб.)

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

где $Q_{пр} = 8,0; q = 2,6; C_{отх} = 0,0144$ ». [15]

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 8,0 + 0,6578(8,0 - 2,6) - 0,0144(8,0 - 2,6) = 4,4496 \text{ руб.}$$

В результате технико-экономического обоснования дешевле себестоимость оказалась у заготовки-штамповки, поэтому далее будем рассматривать этот вариант получения заготовки.

«Рассчитаем коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_3} \text{ ». [15]} \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{2,6}{3,9} = 0,67.$$

Значение $K_{им}$ соответствует среднесерийному типу производства.

Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.4 Выбор методов обработки

«Выбор методов обработки поверхностей зависит от конфигурации детали, ее габаритов, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки. Необходимое качество поверхностей в машиностроении достигается преимущественно обработкой резанием. В зависимости от технологических требований, предъявляемых к детали и типа производства выбирают один или несколько возможных методов обработки тип соответствующего оборудования. Выбор конкретного метода обработки поверхности производят с помощью таблиц средней экономической точности различных методов обработки. Обработку поверхностей можно выполнять в один или несколько переходов, на каждом из которых используют свой метод обработки. Если заготовка имеет высокую точность, то в ряде случаев обработку можно начинать с чистовых методов». [27]

Поверхность 1 имеет следующие параметры качества: шероховатость $Ra\ 3,2$; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 2 имеет следующие параметры качества: шероховатость $Ra\ 3,2$; точность поверхности IT 14. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 3 имеет следующие параметры качества: шероховатость $Ra\ 0,8$; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 4 имеет следующие параметры качества: шероховатость $Ra\ 6,3$; точность поверхности IT 14. Форма поверхности цилиндрическая

наружная. Для выполнения этих параметров необходима следующая последовательность механической обработки: черновое точение.

Поверхность 5 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 0,4; точность поверхности IT 7. Форма поверхности цилиндрическая наружная. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование, а также полирование.

Поверхность 6 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 3,2; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих параметров необходима следующая последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 7 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 0,4; точность поверхности IT 7. Форма поверхности цилиндрическая внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование, а также полирование.

Поверхность 8 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 3,2; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая внутренняя. Для выполнения этих параметров необходима следующая последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 9 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 3,2; точность поверхности IT 14. Форма поверхности цилиндрическая внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение.

Поверхность 10 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 0,8; точность поверхности IT 14. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 11 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 6,3; точность поверхности IT 14. Форма поверхности цилиндрическая внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое точение.

Поверхность 12 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 0,4; точность поверхности IT 7. Форма поверхности цилиндрическая внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование, а также полирование.

Поверхность 13 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 3,2; точность поверхности IT 10. Форма поверхности цилиндрическая внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: сверление.

Поверхность 14 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 3,2; точность поверхности IT 10. Форма поверхности цилиндрическая внутренняя. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: сверление.

Поверхность 15 имеет следующие параметры качества: шероховатость Ra 3,2; точность поверхности IT 10. Форма поверхности плоская торцовая. Для выполнения этих характеристик поверхности примем следующую последовательность механической обработки: сверление, цекование.

2.5 Расчет припусков

«Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки, в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности. Припуск на обработку поверхности детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков. ГОСТы и таблицы позволяют назначать припуски независимо от технологического процесса изготовления детали и

условий его осуществления и поэтому в общем случае являются завышенными, содержат резервы снижения расхода материала и трудоемкости изготовления детали». [23]

«Расчетно-аналитический метод определения припусков базируется на основе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого перехода технологического процесса обработки поверхности. Значение припуска определяют методом дифференцированного расчета по элементам, составляющим припуск. Расчетно-аналитический метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки данной поверхности детали (промежуточные припуски), их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности, и размеров заготовки». [23]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 12 с параметрами качества $\varnothing 62JS7^{(+0,015)}_{(-0,015)}$ мм, $L=14$ мм, $Ra=0,4$ мкм.

«Суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot TD \rangle. \quad [23] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,4 = 0,350.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,300 = 0,075.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,019.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,120 = 0,030.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,046 = 0,012.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,030 = 0,008.$$

«Максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2} \gg. \quad [23] \quad (7)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i). \quad [23] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,350^2 + 0,025^2} = 0,751.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0} = 0,275.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{TO})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,030^2 + 0^2} = 0,130.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,046^2 + 0} = 0,096.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,751 + 0,5(1,400 + 0,300) = 1,601.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(TD_1 + TD_2) = 0,275 + 0,5(0,300 + 0,074) = 0,462.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(TD_{TO} + TD_3) = 0,130 + 0,5(0,120 + 0,046) = 0,213.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(TD_3 + TD_4) = 0,096 + 0,5(0,046 + 0,030) = 0,134.$$

«Значения размеров на каждом переходе (мм)». [23]

$$D_{4\min} = 61,985.$$

$$D_{4\max} = 62,015.$$

$$D_{3\max} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 61,985 - 2 \cdot 0,096 = 61,793.$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 61,793 - 0,046 = 61,747.$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 61,747 - 2 \cdot 0,130 = 61,487.$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 61,487 - 0,120 = 61,367.$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} \cdot 0,999 = 61,367 \cdot 0,999 = 61,306.$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 61,306 - 0,074 = 61,232.$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 61,232 - 2 \cdot 0,275 = 60,682.$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 60,682 - 0,300 = 60,382.$$

$$D_{0\max} = D_{1\min} - 2 \cdot Z_{1\min} = 60,382 - 2 \cdot 0,751 = 58,880.$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 58,880 - 1,400 = 57,480.$$

«Средние значения размеров на каждом переходе (мм)». [23]

$$D_{cpi} = 0,5(D_{imax} + D_{imin}). \quad (9)$$

$$D_{cp0} = 0,5(D_{0max} + D_{0min}) = 0,5(59,155 + 57,755) = 58,455.$$

$$D_{cp1} = 0,5(D_{1max} + D_{1min}) = 0,5(60,957 + 60,657) = 60,807.$$

$$D_{cp2} = 0,5(D_{2max} + D_{2min}) = 0,5(61,306 + 61,232) = 61,269.$$

$$D_{cpTO} = 0,5(D_{TOmax} + d_{TOmin}) = 0,5(61,487 + 61,367) = 61,427.$$

$$D_{cp3} = 0,5(D_{3max} + D_{3min}) = 0,5(61,793 + 61,747) = 61,770.$$

$$D_{cp4} = 0,5(D_{4max} + D_{4min}) = 0,5(62,015 + 61,985) = 62,000.$$

«Общий припуск на обработку (мм)». [23]

$$2Z_{min} = D_{4min} - D_{0max}. \quad (10)$$

$$2Z_{min} = 61,985 - 59,155 = 2,830.$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + TD_0 + TD_4. \quad (11)$$

$$2Z_{max} = 2,830 + 1,400 + 0,030 = 4,260.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{min} + 2Z_{max}). \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,830 + 4,260) = 3,545.$$

В результате расчета припусков мы определили припуски при обработке поверхности 12, что будем использовать при проектировании

операций и расчете режимов обработки этой поверхности. Остальные припуски определим табличным способом.

2.6 Расчет режимов резания

«Назначение режимов резания является важным элементом при разработке технологических процессов изготовления или ремонта деталей на металлорежущих станках». [5]

2.6.1 Расчет режимов резания на операцию 015.

«К основным видам точения относятся: продольное наружное точение, поперечное наружное точение (подрезка торца), отрезка, прорезание, внутреннее продольное точение (расточка)». [21]

«На выбор материала режущей части токарных резцов оказывают влияние условия и вид обработки (прерывистое или непрерывное резание, наличие литейной корки, чистовое, черновое и другое), а также обрабатываемый материал. Режущая часть токарных резцов изготавливаются из металлокерамических, минералокерамических, безвольфрамовых твердых сплавов, реже из быстрорежущей стали и сверхтвердых материалов. Твердые сплавы в виде пластин соединяют с крепежной частью с помощью пайки или специальных высокотемпературных клеев, многогранные твердосплавные пластины закрепляют прихватами, винтами и так далее». [21]

«При назначении параметров режима резания учитывают вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка. При этом предполагается, что инструмент имеет оптимальные геометрические параметры». [22]

Примем для токарной обработки в качестве режущего инструмента твердый сплав Т15К6.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,3$. [20]

Подача $S = 0,2$. [20]

«Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (13)$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; V_0 = 220$ ». [20]

$$V = 220 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 220 \text{ м/мин.}$$

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [20]} \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 220}{3,14 \cdot 120} = 583,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [20]} \quad (15)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 500}{1000} = 188,4 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{ ». [20]} \quad (16)$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \gg [20] \quad (17)$$

$$T_0 = \frac{93}{100} = 0,93 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 2,0$. [20]

Подача $S = 0,2$. [20]

Скорость резания

$$V = 220 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 220 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 220}{3,14 \cdot 81,1} = 863,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 81,1 \cdot 800}{1000} = 203,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{3}{160} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 0,5$. [20]

Подача $S = 0,2$. [20]

Скорость резания

$$V = 220 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 220 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 220}{3,14 \cdot 53,1} = 1319,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1250 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 53,1 \cdot 1250}{1000} = 208,4 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1250 = 250 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{22}{250} = 0,09 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 0,93 + 0,02 + 0,09 = 1,04 \text{ мин.}$$

2.6.2 Расчет режимов резания на операцию 025.

Переход 1. Сверление трех отверстий $\varnothing 8^{+0,058}$ насквозь.

«Длина хода инструмента

$$L = L_P + L_{\Pi} + L_D \gg. [20] \quad (18)$$

Примем $L_{\Pi} = 1 \text{ мм}$, $L_D = 0$.

$$L = 26,5 + 1 = 27,5 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,2$. [20]

«Скорость резания

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \gg, [20] \quad (19)$$

где $V_{табл} = 17$; $K_1 = 0,7$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$. [20]

$$V = 17 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 11,9 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 8} = 473,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 400}{1000} = 10,0 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 400 = 80 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{n_{\text{омс}} \cdot L_{\text{п.х}}}{S_M} \gg. [20] \quad (20)$$

$$T_0 = \frac{3 \cdot 27,5}{80} = 1,03 \text{ мин.}$$

Переход 2. Сверление трех отверстий $\varnothing 13^{+0,070}$ на глубину $6,5^{+0,1}$.

Длина хода инструмента

$$L = 6,5 + 1 = 7,5 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,2$. [20]

Скорость резания

$$V = 17 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 11,9 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 13} = 291,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 250}{1000} = 10,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{3 \cdot 7,5}{50} = 0,45 \text{ мин.}$$

Переход 3. Цековать три отверстия $\varnothing 13^{+0,070}$ на глубину $8 \pm 0,18$.

Длина хода инструмента

$$L = 8,0 + 1 = 9,0 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,2 \cdot [20]$

Скорость резания

$$V = 17 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 11,9 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 13} = 291,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 250}{1000} = 10,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{3 \cdot 8}{50} = 0,48 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 1,03 + 0,45 + 0,48 = 1,96 \text{ мин.}$$

Рассчитанные режимы резания на токарную и сверлильную операции технологического процесса изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота используем для проектирования технологических наладок, представленных в графической части работы, а также для заполнения технологической документации, представленной в приложении.

3 Проектирование приспособления

«Технологическая оснастка является важнейшим фактором успешного осуществления технического прогресса в машиностроении. В промышленности эксплуатируется более 25 миллионов специальных станочных приспособлений. Затраты на изготовление технологической оснастки приблизились к затратам на изготовление металлорежущих станков». [1]

«Ускоренное освоение новых видов продукции требует создания новых приспособлений, так как при изменении номенклатуры выпускаемых изделий специальная оснастка становится непригодной и ее каждый раз приходится проектировать и изготавливать заново». [1]

«Значительные затраты определяются тем, что технологическая оснастка влияет на производительность труда, качество изделий и сокращение сроков освоения производства продукции». [1]

«Задачи повышения производительности труда в машиностроении решаются за счет ввода в действие нового современного оборудования. Смена моделей станков в производстве происходит в среднем через 6-8 лет, поэтому наряду с современными высокопроизводительными станками эксплуатируются станки устаревших моделей». [1]

«Применение технологической оснастки, особенно переналаживаемого типа, обеспечивает расширение технологических возможностей универсальных станков с ЧПУ, гибких производственных модулей и робототехнических систем (РТС)». [1]

«Повышение производительности труда при применении технологической оснастки обеспечивается следующими факторами:

- сокращением вспомогательного времени на установку и закрепление заготовки в приспособлении;
- интенсификацией режимов резания за счет увеличения прочности, жесткости и виброустойчивости приспособления;

- сокращением объема пригоночно-слесарных работ при сборке изделия за счет применения технологической оснастки повышенной точности;

- расширением многостаночного обслуживания станков с ЧПУ путем обработки группы деталей, установленных в многоместном приспособлении». [1]

«Точность механической обработки в значительной степени зависит от точности изготовления и сборки станочной оснастки. При обработке заготовки методом пробных проходов точность детали в основном зависит от квалификации рабочих. Применение автоматического метода получения размеров и механизированного закрепления заготовок в приспособлении практически полностью устраняет влияние уровня квалификации рабочего на точность обработки. Качество деталей, в этом случае, в значительной степени зависит от станочного приспособления, его точности, способности сохранять ее в процессе обработки, места приложения и направления усилия зажима и других факторов». [1]

3.1 Исходные данные

На токарной чистовой операции техпроцесса изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота проводят обработку наружных и внутренних цилиндрических и торцовых поверхностей. Это выполняется на токарном станке с ЧПУ SAMAT-400XC. Эскиз операции представлен на рисунке 3.

Для обеспечения необходимой программы выпуска изделий спроектируем станочное приспособление для этой операции, имеющее механизированный привод. Это обеспечит необходимую скорость установки и снятия заготовки и снизит нагрузку на оператора токарного станка.

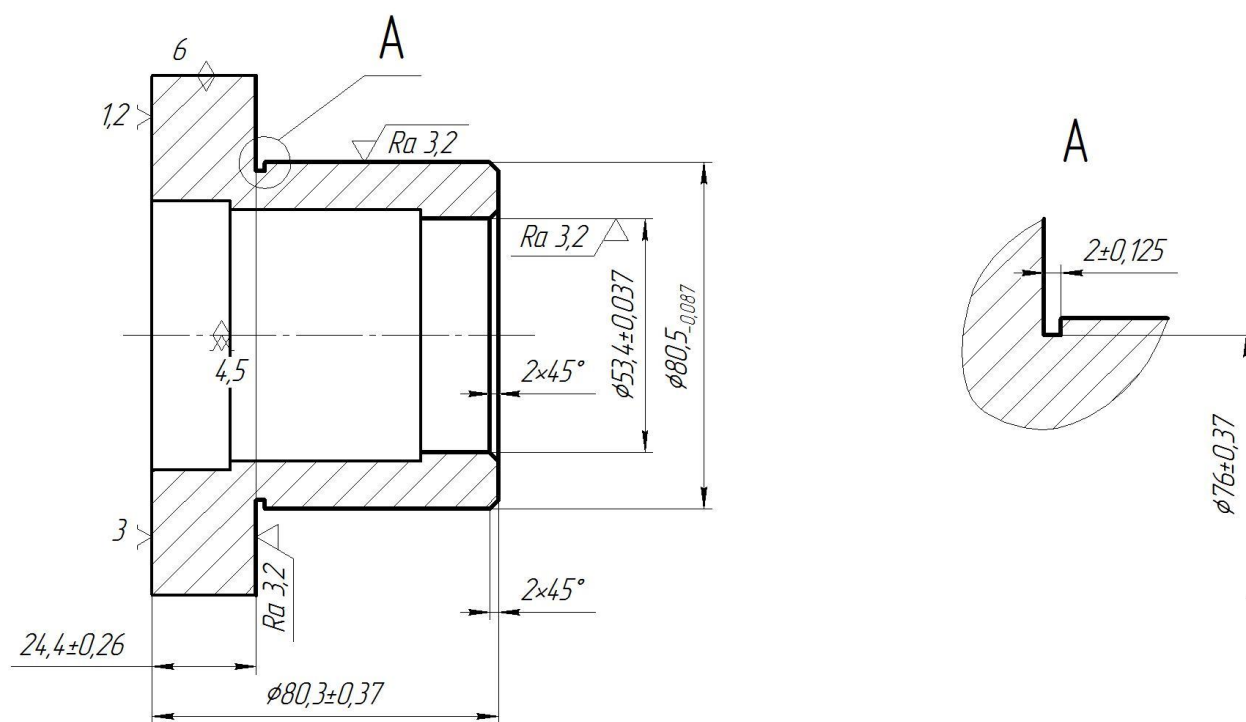


Рисунок 3 – Схема операции 015

Проведем расчет приспособления.

3.2 Силовой расчет

«Основным назначением силового привода в приспособлении является создание исходной силы тяги Q , необходимой для зажима заготовки силой W , то есть усилием зажима. Кроме этого, силовые приводы используют для механизации и автоматизации приема заготовки и выгрузки, поворота приспособления, включения и выключения станка, удаления стружки, транспортирования детали и других видов работ. Силовой агрегат привода представляет собой преобразователь какого-либо вида энергии в механическую, необходимую для работы зажимных механизмов. В связи с эти приводы классифицируют по виду преобразуемой энергии». [1]

Рассчитаем составляющие силы резания

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (21)$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,0^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 160^{-0,3} \cdot 0,9 = 339 \text{ , Н.}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 160^{-0,15} \cdot 0,9 = 754 \text{ , Н.}$$

«Крутящий момент

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_0}{2}, \quad (22)$$

где P_z - сила резания, Н;

d_0 – максимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм». [26]

Заготовка фиксируется в приспособлении по схеме, представленной на рисунке 4.

Момент от силы зажима

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (23)$$

где W – суммарное усилие зажима, приходящееся на три кулачка;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка;

d_3 – диаметр закрепления». [26]

Из равенства этих двух моментов получим

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (24)$$

Коэффициент запаса K

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (25)$$

где $K_0 = 1,5$; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,5$. [26]

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

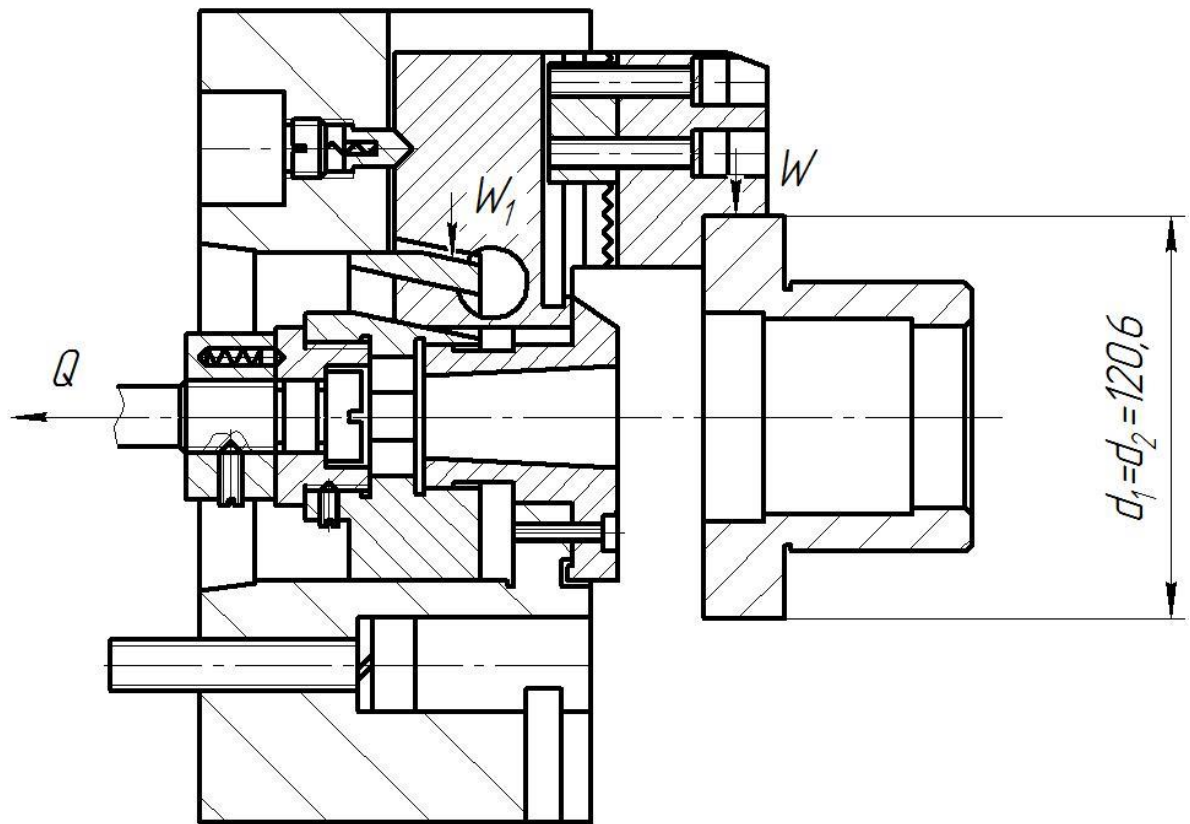


Рисунок 4 – Схема фиксации

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 754 \cdot 120,6}{0,3 \cdot 120,6} = 9048, \text{ Н.}$$

«Усилие, прикладываемое к кулачкам

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - \left(\frac{3l_k}{H_k}\right)f_1\right)}, \quad (26)$$

где l_k – вылет кулачка;

H_k – длина направляющей;

f_1 – коэффициент трения». [26]

$$W_1 = \frac{9048}{\left(1 - \left(\frac{3 \cdot 62}{80}\right) \cdot 0,1\right)} = 11789 \text{ Н.}$$

«Зажимное усилие

$$Q = \frac{W_1}{i}; \quad (27)$$

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}; \quad (28)$$

где α – угол скоса клина;

φ, φ_1 – углы трения по наклонной и плоской поверхности клина соответственно». [26]

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(15 + 5^\circ 50') + \operatorname{tg} 5^\circ 50'} = 2,1$$

$$Q = \frac{11789}{2,1} = 5614 \text{ Н.}$$

Поршень привода имеет большое значение. От площади поршня зависит давление, которое оказывает рабочая среда на него. В результате имеется сила, с которой шток привода воздействует на станочное приспособление. А далее возникает сила закрепления заготовки с приспособлением.

«Диаметр поршня

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (29)$$

где P – давление;

d – диаметр штока». [26]

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 5614}{0,4}} + 30^2 = 89 \text{ мм.}$$

Примем из стандартного ряда $D = 90$ мм. [26]

Токарный патрон фиксируется на переднем конце шпинделя токарного станка. На переднем конце шпинделя имеется коническая поверхность. Патрон базируется по этой поверхности, а затем фиксируется неподвижно при помощи винтов. Таким образом токарный патрон неподвижно закрепляется на шпинделе станка.

Механизированный привод, которым осуществляется управление движениями токарного патрона крепится слева от передней бабки токарного станка. Привод имеет подшипники. Корпус привода жестко фиксируется на корпусе станка, а поршень со штоком вращаются вместе со шпинделем при помощи подшипников. Движения поршня передаются на приспособление с помощью системы рычагов и тяг, которые располагаются внутри полого шпинделя токарного станка.

Чертеж станочного приспособления для фиксации заготовки на операции 015 техпроцесса изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота представлен в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

«Зенкерование – технологическая операция обработки предварительно просверленных глухих и сквозных отверстий многозубым инструментом – зенкером. Увеличенное по сравнению со сверлом число режущих зубьев зенкера (от трех до восьми зубьев) позволяет получить при зенкеровании более точное по форме и размеру отверстие». [18]

«При обработке отверстий в слоистых полимерных конструкционных материалов применяют зенкеры, оснащенные твердосплавными (обычно группы ВК) прямыми или винтовыми пластинками (рисунок 5). Элементы режущей кромки спроектированы так, что для их заточки и доводки могут быть использованы алмазные круги». [18]

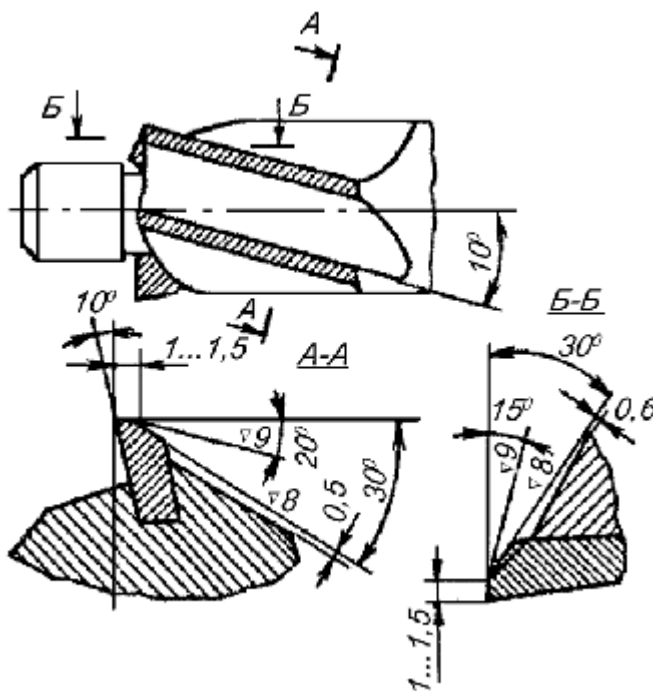


Рисунок 5 – Зенкер

«Зенкеры с направляющей цапфой, оснащенные винтовыми пластинками из твердого сплава, могут работать при большем износе, чем зенкеры с прямыми пластинками, без резкого ухудшения качества обрабатываемой поверхности». [18]

«Однако это, как правило, не дает ощутимого увеличения производительности труда, так как и обработка зенкерами с прямыми пластинками производится на достаточно высоких режимах, дальнейший рост которых не требуется ввиду небольшой длины обрабатываемой поверхности». [18]

4.1 Исходные данные

На сверлильной операции 025, которая производится на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2Р135Ф2-1, обрабатываются три отверстия фланца гидроцилиндра промышленного робота, расположенные под углом 120° друг относительно друга. Для базирования головок винтов в этих отверстиях выполнено увеличение диаметров ($\varnothing 13^{+0,07}$), как показано на рисунке 6.

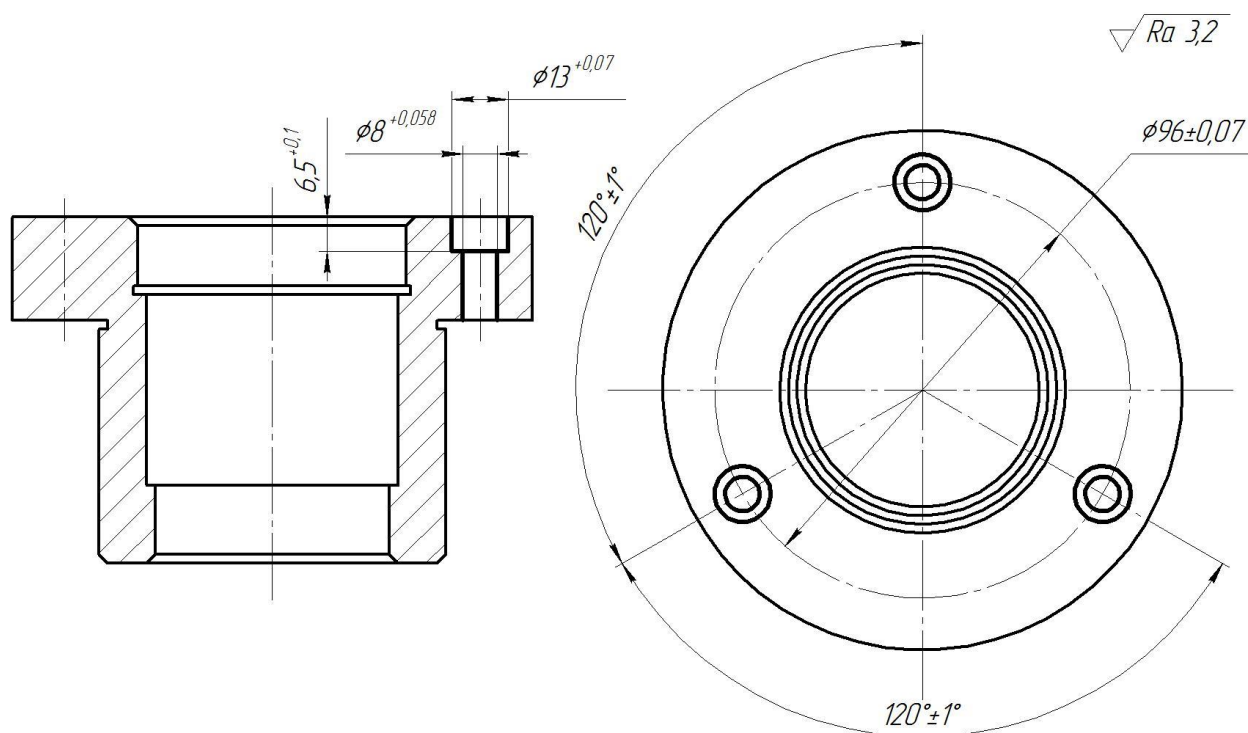


Рисунок 6 – Схема операции 025

Для обработки этих трех мест фланца нам необходимо спроектировать зенкер.

4.2 Проектирование зенкера

«Главные режущие кромки зенкера располагаются на торце в плоскости, перпендикулярной его оси, поэтому обеспечивается обработка цилиндрических углублений с плоским торцом». [14]

Примем $Z = 4$.

«У зенкеров из быстрорежущей стали стружечные канавки делаются винтовыми ($\omega = 10...15^\circ$). При обработке же отверстий в чугунном и стальном литье со стороны необработанных поверхностей целесообразно применять твердосплавные зенкеры, которые имеют наклонные стружечные канавки с плоской передней поверхностью. Торцовый зенкер крепится коническим хвостовиком». [14]

Примем $\omega = 15^\circ; \gamma = 15^\circ$. [14]

В конструкции зенкера выполним двойной задний угол с $\alpha_1 = 8^\circ; \alpha_2 = 30^\circ$

«Длина зенкера

$$L = L_p + L_n + L_k + L_{ш} + L_x, \quad (30)$$

где L_p – длина режущей части;

L_n – длина направляющей части, примем;

L_k – длина калибрующей части;

$L_{ш}$ – длина шейки, примем;

L_x – длина хвостовика». [14]

Примем $L_p = 5; L_n = 9; L_k = 11; L_{ш} = 35; L_x = 45$. [14]

$$L = 5 + 9 + 11 + 35 + 45 = 105 \text{ мм.}$$

Чертеж сборного зенкера, имеющего съемную направляющую цапфу, для обработки трех отверстий фланца гидроцилиндра промышленного робота на 025 сверлильной операции представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом в нашем случае является производственный участок по изготовлению партии фланцев гидроцилиндра промышленного робота.

«Профессиональная деятельность человека связана с применением технического оборудования, вызывающего в различной степени появление возможных рисков. По природе возникновения риски могут быть классифицированы. Выделяют профессиональные, техногенные и экологические риски. В качестве профессиональных рассматриваются риски травмирования человека (работника), а также возникновения профессиональных заболеваний, вызывающих снижение работоспособности, снижение производительности труда и нарушение здоровья. При рассмотрении техногенных рисков речь может идти об отказах оборудования, возникающих в том числе и из-за неправильной эксплуатации оборудования, промышленных зданий и сооружений, а также о возникновениях пожаров, аварийных и чрезвычайных ситуаций». [3]

В этом разделе проанализируем техпроцесс изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота на предмет безопасности, а также экологичности по сравнению с базовым техпроцессом, который имеется на предприятии.

5.1 Конструкторско-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

В технологическом процессе изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота мы модернизируем две технологические операции: 015 токарную чистовую и 025 сверлильную. Материалом заготовки является сталь 40Х.

Токарная чистовая операция 015 проводится на токарном станке с ЧПУ модели SAMAT-400XC. Заготовка устанавливается в приспособление, которым является токарный самозажимной поводковый патрон. Зажим заготовки происходит от работы механизированного привода. За счет этого оператору токарного станка с ЧПУ облегчается работа. Инструментами являются три резца с режущими пластинами из твердого сплава T15K6. Операция выполняется оператором станка с ЧПУ. На операции используется эмульсионная СОЖ (эмульсол) марки Делинол Е-120.

На токарной операции 015 первым в обработку вступает контурный резец Т1, который обрабатывает наибольшее количество поверхностей фланца гидроцилиндра промышленного робота. Далее другим канавочным резцом Т2 выполняется плоская канавка. После этого расточным резцом Т3 выполняется обработка внутренней цилиндрической поверхности фланца гидроцилиндра промышленного робота и фаски $2 \times 45^\circ$.

Сверлильная операция 025 проводится на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2Р135Ф2-1. Заготовка в вертикальном положении оси базируется в тиски гидрозажимные. Инструментами являются два спиральных сверла из быстрорежущей стали Р6М5, а также зенкер из этого же инструментального материала. На операции используется эмульсионная СОЖ (эмульсол) марки Вексанол-2.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

На токарной операции, которая выполняется на токарном станке с ЧПУ модели SAMAT-400XC образуется стружка, которая собирается в специально отведенном накопителе. Опасным производственным фактором может быть порез кожного покрова оператора станка от острых кромок стружки при ее удалении из накопителя.

Другим опасным фактором на токарной операции может быть попадание образующейся стружки в глаза оператора станка.

Обе операции происходят на электроустановках – металлорежущих станках. В соответствии с правилами безопасности необходимо проведение электрозащиты, чтоб не произошло поражение станочников-операторов электрическим током.

Оператором может быть получена травма от действия электрического тока при следующих ситуациях:

- при прикосании одновременно к двум противоположно направленным источникам тока;
- при сближении на небезопасное расстояние с установкам, проводящим электрический ток;
- при касании с оборудованием или его частью, которое находится под напряжением.

Металлорежущие станки (токарный станок с ЧПУ модели SAMAT-400XC и сверлильный станок с ЧПУ модели 2P135Ф2-1) относятся к электроустановкам, работающим под напряжением до 1000 В.

«При работе с электроустановками возможно прикосновение операторов к токоведущим частям оборудования. Наиболее часто встречаются две схемы включения человека в электрическую сеть: двухфазная – присоединение человека к двум проводам, и однофазная – включение человека между проводом и землей». [17]

«Чаще на практике встречается однофазное включение человека в электрическую сеть. В этом случае ток поражения зависит от того, заземлена ли нейтраль источника тока или нет». [17]

На производстве могут возникнуть ситуации с обрывом электрических проводов или повреждении кабеля, находящегося на полу (земле). В этом случае происходит, так называемое, растекание электрического тока по горизонтальной поверхности (полу). Это негативное явление также может нанести травму от действия электрического тока работникам, находящимся внутри участка.

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для исключения поражения кожного покрова операторов станков от образующейся металлической стружки необходимо при выполнении работ по ее уборке, согласно ГОСТ 12840-2011 [4] использовать специальный инструмент – крючок. Это позволит безопасно удалять стружку с рабочего места и перемещать ее в специальный контейнер-сборник стружки для дальнейшей утилизации.

Для предотвращения попадания металлической стружки в глаза оператора станка необходимо, чтобы при работе оператор надевал защитные очки ГОСТ Р 12.4.013-97 [10]. При случайном вылете стружки из зоны обработки она в этом случае попадет не в глаз оператору станка, а в защитные очки.

Также для исключения попадания стружки в глаза оператора станка необходимо, чтобы при проведении обработки на станке было закрыто защитное ограждение, предусмотренное заводом-изготовителем станка.

«Для предупреждения об опасности поражения электрическим током используют различные звуковые, световые и цветовые сигнализаторы, устанавливаемые в зонах видимости и слышимости персонала. Кроме того, в конструкциях электроустановок предусмотрены блокировки – автоматические устройства, с помощью которых преграждается путь в опасную зону или предотвращаются неправильные, опасные для человека действия. Блокировки могут быть механические (стопоры, защелки, фигурные вырезы), электрические или электромагнитные. Для информации персонала об опасности служат предупредительные плакаты». [17]

Для предотвращения поражения операторов станков статическим электричеством необходимо, чтобы от корпуса металлорежущего станка было выполнено защитное заземление. В этом случае статическое электричество не будет накапливаться, а будет уходить.

«Защитное заземление – это преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые в обычном состоянии не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при случайном соединении их с токоведущими частями».

[17]

Также оператор станка с ЧПУ при выполнении работ должен находиться на специальном резиновом коврике, которыми снабжаются все металлорежущие станки на предприятии.

Важным аспектом является рабочая форма операторов станков. Для исключения поражения случайно растекшимся по полу электрическим током операторы станков должны быть снабжены рабочей обувью, имеющей резиновую подошву.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

На участке по осуществлению техпроцесса изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота могут возникнуть пожары класса Е. Это пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением.

«К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- пламя и искры;
 - тепловой поток;
 - повышенная температура окружающей среды;
 - повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
 - пониженная концентрация кислорода;
 - снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)».
- [3]

«Для тушения пожара используют: разбавление воздуха негорючими газами до таких концентраций кислорода, при которых горение прекращается; охлаждения очага горения ниже определенной температуры (температуры горения); механическое сбивание пламени струей жидкости или газа; снижением скорости химической реакции, протекающей в пламени; создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы». [17]

Для локализации и избавления от образовавшегося пожара участок механической обработки фланца гидроцилиндра промышленного робота необходимо оборудовать пожарными гидрантами ГОСТ Р 53961-2010 [11]. В пожарные гидранты подается под давлением вода, которой тушат пожар при его возникновении. Также участок должен быть оборудован огнетушителями ГОСТ 51057-2001 [8]. Эти средства также используются при возникновении возгорания.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«К экологическим рискам следует отнести образующиеся негативные факторы воздействия технического объекта на окружающую среду, включающие выбросы углекислого газа, токсические и/или радиоактивные выбросы в атмосферу, образование загрязненных сточных вод, выделения опасных загрязняющих газообразных, жидких или твердых веществ и материалов в виде отходов и брака производства, вынужденную выемку загрязненных грунтовых покрытий, нарушение и загрязнение растительного и почвенного покровов и так далее». [3]

На техническом объекте, которым является у нас участок механической обработки фланца гидроцилиндра промышленного робота используются станки с ЧПУ. В станках широко используются смазочно-охлаждающие жидкости. Экологически вредным фактором на техническом объекте является попадание взвесей СОЖ в окружающую воздушную среду цеха.

Этот фактор возможно уменьшить при настройке вентиляции на каждом рабочем месте, которая регламентируется ГОСТ Р 59972-2021 [12].

«Для поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ используют различные системы вентиляции». [17]

Также в процессе механической обработки металлических деталей, которой является фланца гидроцилиндра промышленного робота, снимается металлическая стружка, которую необходимо в дальнейшем утилизировать.

«Экономический эффект использования металлоотходов в качестве вторсырья металлургической промышленности очевиден. 1 т чугуна или стального лома может сберечь народному хозяйству 3,5 т минерального сырья (2 т железной руды, 1 т кокса, 0,5 т известняка), при снижении удельного расхода энергии на 75-80% и воды на 40%. В итоге 1 т стали, выплавленной из отходов, примерно в 20 раз дешевле стали, полученной из руды. В то же время, помимо защиты литосферы, сокращается количество загрязняющих веществ в атмосферу и гидросферу на 75-80%». [2]

От переработки стружки, ее переплавки и дальнейшего использования в металлургии для изготовления заготовок получается довольно высокий экономический эффект.

В данном разделе мы предложили меры по обеспечению безопасности и экологичности участка механической обработки фланца гидроцилиндра промышленного робота. Дали рекомендации по снижению производственного травматизма, а также по пожарной безопасности на участке и сделали рекомендации по снижению воздействия имеющегося промышленного производства на экологию региона в котором располагается данное производство.

6 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касаются только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «фланец гидроцилиндра промышленного робота». Результат принципиальной модернизации технологии и ее итог представлены на рисунке 7.

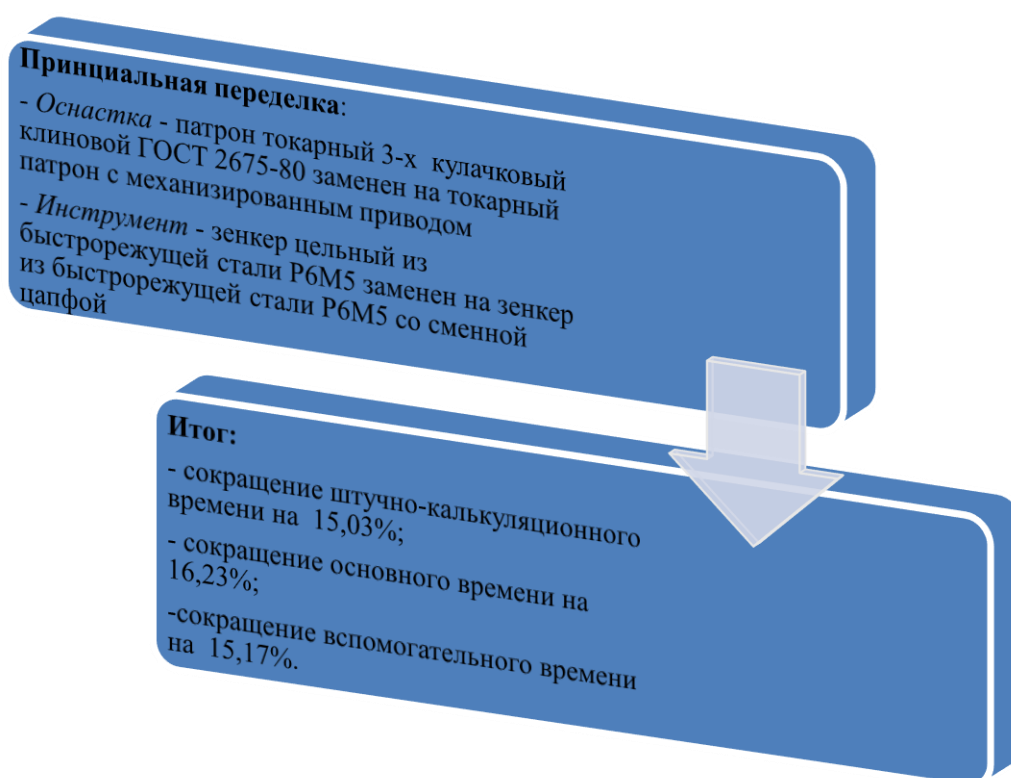


Рисунок 7 – Результат принципиальной модернизации технологии и ее итог

Сверху, на рисунке 7, представлены измененные оснастка и инструмент, которые предложено использовать вместо патрона токарного 3-х

кулачкового и зенкера, соответственно. Снизу, итог по трудоемкости выполнения измененной операционной технологии изготовления детали «фланец гидроцилиндра промышленного робота».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или, выражаясь научными терминами, необходимую сумму инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [16]. Так как изменения технологии затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка, сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование (K_{IP}), оснастку (K_O), инструмент (K_{II}) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ПР}$)» [16]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Общая сумма инвестиций и входящих в нее затрат, руб.

Детализация рисунка 8, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является проектирование, его доля в общей сумме инвестиций составляет 65,18 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 3,11 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [13]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 9.

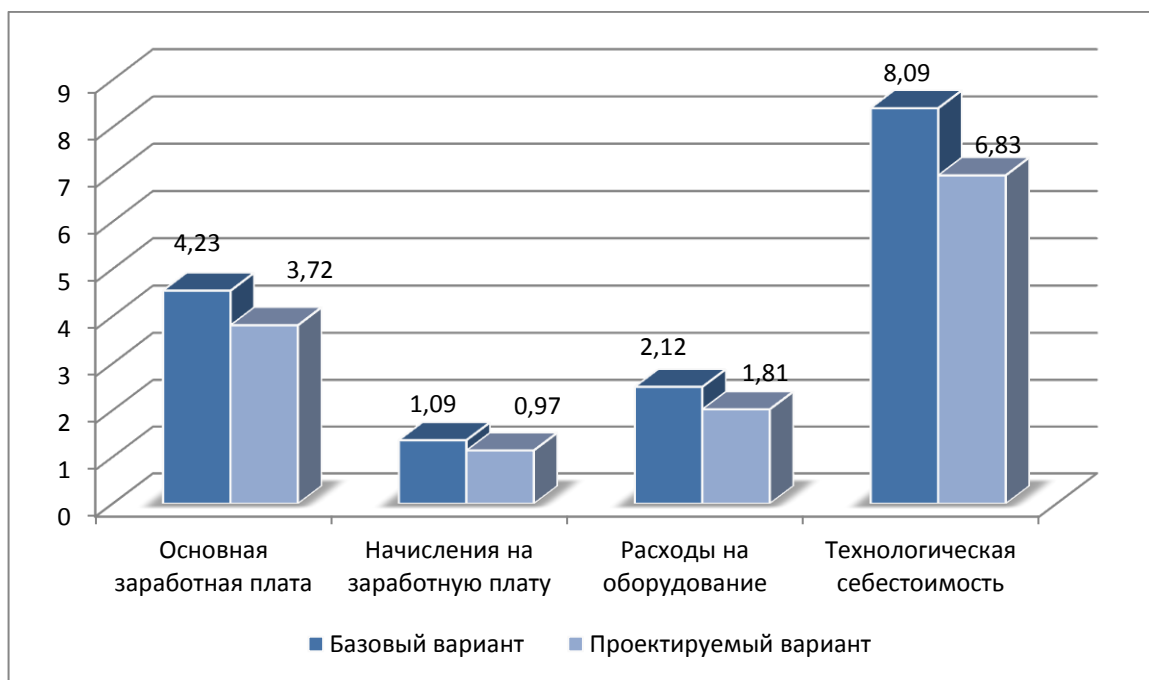


Рисунок 9 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 9), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой, с долевой величиной около 53% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения такие показателей как: «чистая прибыль, срок окупаемости, индекс доходности и интегральный экономический эффект» [13]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [13]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 10.

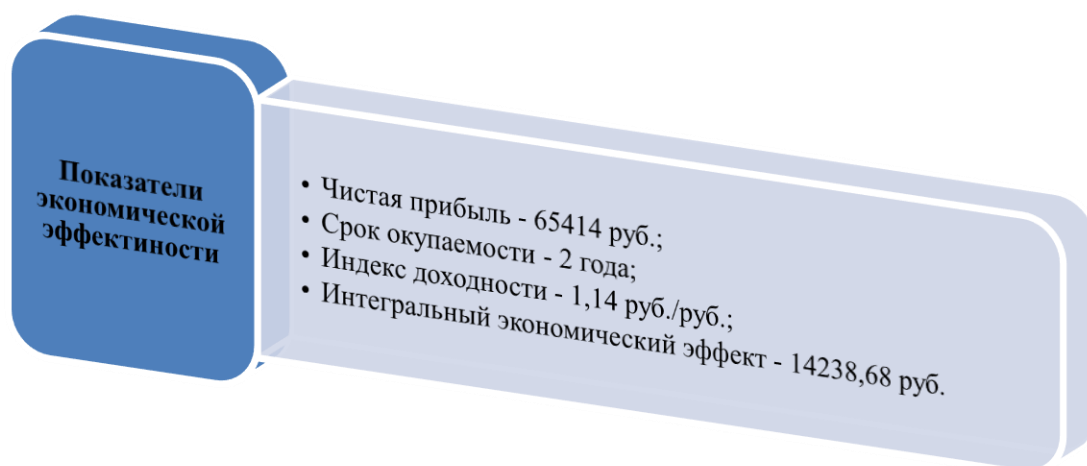


Рисунок 10 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «фланец гидроцилиндра промышленного робота». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 14238,68 рублей.

Заключение

В работе спроектирован техпроцесс изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота, согласно заданию.

В начале работы была проанализирована конструкция промышленного робота, функции, выполняемые им. Далее рассмотрена конструкция фланца, входящего в состав робота, выполнен анализ поверхностей детали. После проанализирована технологичность конструкции фланца гидроцилиндра промышленного робота и рассмотрен материал, из которого он изготавливается.

В технологическом разделе выбран тип производства. Он выбирается в данном случае исходя из программы выпуска и массы детали. Далее рассчитан метод получения исходной заготовки. На самую точную поверхность детали выполнен расчет припусков расчетно-аналитическим методом. На модернизируемые в работе технологические операции выполнен расчет режимов обработки.

Третий раздел работы направлен на проектирование станочного приспособления токарного станка, используемого на 015 токарной операции. Это приспособление в базовом варианте техпроцесса не имело механизированного привода и оператор токарного станка вручную зажимал и разжимал заготовку. Нами спроектирован механизированный привод для этого приспособления. За счет этого произошло сокращение вспомогательного времени на токарной операции техпроцесса изготовления фланца гидроцилиндра промышленного робота. Это дало экономическую выгоду.

Для обработки заготовки на сверлильной операции 025 нами разработана конструкция зенкера, который обрабатывает места фланца под головки винтов. Конструкция зенкера выполнена сборной, что облегчает его переточку и дает возможность использования режущей части в комплекте с другой цапфой.

Список используемой литературы

1. Белозеров В.А. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие / В.А. Белозеров, Н.Н. Абрамова. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2008. – 112 с.
2. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие для вузов / А.Г. Ветошкин. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 304 с.
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с.
4. ГОСТ 12840-2011. Токарные станки с ручным управлением, оснащенные и не оснащенные автоматизированной системой управления. – 59 с.
5. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. – 8 с.
6. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.
7. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 56 с.
8. ГОСТ 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 45 с.
9. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
10. ГОСТ Р 12.4.013-97. Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Общие технические условия. – 16 с.
11. ГОСТ Р 53961-2010. Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 19 с.

12. ГОСТ Р 59972-2021. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования. – 50 с.
13. Зубкова Н.В. Методические указания к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
14. Кожевников Д.В. Режущий инструмент : учебник для вузов / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – 5-е изд., стереотип. – М. : Инновационное машиностроение, 2022. – 520 с.
15. 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.
16. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с.
17. Кривошеин Д.А. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Горькова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 340 с.
18. Нилов А.С. Механическая обработка неметаллических конструкционных материалов : учебное пособие / А.С. Нилов, О.О. Галинская, В.И. Краснов. – СПб. : Изд-во БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2022. – 145 с.
19. Пахомова Л.В. Промышленные роботы и робототехнические системы : Л.В. Пахомова. – Новосибирск : Сибир. гос. унив. водн. трансп., 2022. – 78 с.
20. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

21. Самойлова Л.Н. Технологические процессы в машиностроении. Лабораторный практикум : Учебное пособие / Л.Н. Самойлова, Г.Ю. Юрьева, А.В. Гирн. – 3-е изд., стер. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 156 с.
22. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Скворцов. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 330 с.
23. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 7-е изд. испр. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 756 с.
24. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие для вузов / С.К. Сысоев, А.С.Сысоев, В.А. Левко. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 352 с.
25. Тимирязев В.А. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств: Учебник / В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, Н.П. Солнышкин, С.И. Дмитриев. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 384 с.
26. Шишкин В. П. Основы проектирования станочных приспособлений: теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев, А.Е. Беляев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 288 с.
27. Ямников А.С. Расчет припусков и проектирование заготовок : учебник для вузов / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков ; под. ред. А.С. Ямникова. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 328 с.

Маршрутные карты

Таблица А.1 – Маршрутные карты

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 2											
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа
Б	Код наименования оборудования					КОИД	ЕН	ОП	Клп	Тпоз	Тшт
0 17	поверхность 9, выдерживая размеры $\phi 57,4 \pm 0,37$, $18 \pm 0,215$.										
Т 18	396110 XXXX Патрон самоцетра.: XXXXXX.XXXX упор откидной. 392104.XXXX(2) Резец распоч. Т15К6.										
Т 19	392104.XXXX Резец механич. Т15К6. 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1. 393120.XXXX Калибр-пробка.										
0 20											
А 21	XX XX XX 015 4112 Токарная чистовая ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX										
Б 22	38.18.25 XXXX SAMAT-400XC 2 18632 422 1P 1 1 100 1 16 207										
0 23	Точить поверхность 3 выдерживая размер $24,4 \pm 0,26$. выполнить канавку (пов. 4). выдерживая размеры $\phi 76 \pm 0,37$, $2 \pm 0,125$.										
0 24	точить поверхность 5, выдерживая размер $\phi 80,5_{-0,047}^{+0,047}$. выполнить фаску, выдерживая размер $2 \times 45^\circ$;										
0 25	точить поверхность 6, выдерживая размер $80,3 \pm 0,37$; точить поверхность 7, выдерживая размер										
0 26	$\phi 53,4 \pm 0,037$; выполнить фаску, выдерживая размер $2 \times 45^\circ$.										
Т 27	396110 XXXX Патрон самоцетра.: XXXXXX.XXXX упор откидной. 392104.XXXX Резец распоч. Т15К6.										
Т 28	392104.XXXX Резец механич. Т15К6. 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1. 393120.XXXX Калибр-пробка.										
29											
А 30	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX										
Б 31	38.18.25 XXXX SAMAT-400XC 2 18632 422 1P 1 1 100 1 16 196										
0 32	Точить поверхность 2, выдерживая размеры $\phi 120 \pm 0,435$; выполнить фаску, выдерживая размер $2 \times 45^\circ$;										
0 33	точить поверхность 1, выдерживая размер $80 \pm 0,37$; точить поверхность 12, выдерживая размер $\phi 61,2 \pm 0,037$;										
0 34	выполнить канавку, выдерживая размеры $\phi 64 \pm 0,37$, $2 \pm 0,125$, $62 \pm 0,12$; точить поверхность 9, выдерживая										
0 35	размеры $\phi 58 \pm 0,37$, $18 \pm 0,215$.										
36											
А 37	XX XX XX 025 4121 Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX										
Б 38	381631 XXXX 2P135Ф2-1 Верт.-сверильн. 2 18632 322 1P 1 1 100 1 16 436										
0 39	Сверлить три отверстия (поверхности 13), выдерживая размеры $\phi 8_{-0,036}^{+0,036}$, $\phi 96 \pm 0,07$, 120_{-1}^{+1} ; сверлить три отверстия										
МК											

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 4																	
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоэ	Тшт
					Код, наименование оборудования												
А 69	XX XX XX	045	Торцевкциркульшлифовальная ИОТ ИЗ3.101.74.19.1-00.														
Б 70	381623	XXXX	ОШ650Ф3	Торцевкциркульшлифовальный	2 17001	422 1Р	1	1	1	100	1	100	1	10	0,89		
О 71	Шлифовать поверхность 3, выдерживая размер 24±0,26; шлифовать поверхность 5, выдерживая размер 80,1 ^{±0,030} _{0,060} .																
Т 72	39611X	XXXX	Патрон	мембранный; XXXXXX	XXXXX	Упор	откидной;.										
Т 73	398110	XXXX	Шлифовальный	круг	250x60x80 14AF24k5L7 30 м/с	ГОСТ Р 52781-2007;.											
Т 74	393410	XXXX	Микрометр.														
75																	
А 76	XX XX XX	050	Внутршлифовальная ИОТ ИЗ3.101.74.19.1-00.														
Б 77	381623	XXXX	ОШ-686Ф3	Внутршлифовальный	2 17001	422 1Р	1	1	1	100	1	100	1	10	0,85		
О 78	Шлифовать поверхность 7, выдерживая размер 80,1 ^{±0,030} _{0,060} ; шлифовать поверхность 12, выдерживая																
О 79	размер 80,1 ^{±0,030} _{0,060} .																
Т 80	39611X	XXXX	Патрон	мембранный; XXXXXX	XXXXX	Упор	откидной;.										
Т 81	398110	XXXX	Шлифовальная	головка 80x60x80 14AF24k5L7 30 м/с	ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 82	393410	XXXX	Микрометр.														
83																	
А 84	XX XX XX	055	Полировальная ИОТ ИЗ3.101.74.19.1-00.														
Б 85	381623	XXXX	Шлиф-пол	ировальный	2 17001	422 1Р	1	1	1	100	1	100	1	10	0,35		
О 86	Полировать поверхность 5, выдерживая размер 80,1 ^{±0,030} _{0,060} .																
Т 87	39611X	XXXX	Патрон	мембранный; XXXXXX	XXXXX	Упор	откидной;.										
Т 88	398110	XXXX	Круг	лепестковый 250x60x80 14AF24k5L7 30 м/с	ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 89	393410	XXXX	Профиллограф	профиллометр.													
90																	
А 91	XX XX XX	060	Полировальная ИОТ ИЗ3.101.74.19.1-00.														
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 5														
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф.	Обозначение документа						
								Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит
Б														
Б 94	381623	XXXX	3F881	Шлифов-полировальный	2 17001	422 1P	1	1	1	100	1	10	0,35	
0 95	Полировать поверхность 7, выдерживая размер $\phi 54^{+0,009}_{-0,024}$; полировать поверхность 7, выдерживая													
0 96	размер $\phi 62 \pm 0,015$.													
Т 97	39611X	XXXX	Патрон	мембранный;	XXXXXX	XXXX	Упор	откидной;						
Т 98	398110	XXXX	Круг	лепестковый	250x60x80	14AF24k5L7	30	м/с	10C1 P	52781-2007;				
Т 99	393410	XXXX	Профилограф	профилометр.										
100														
А 101	XX	XX	XX	065	Маячная	ИОТ	ИЗ7.101.XXXXX							
102														
А 103	XX	XX	XX	070	Контрольная	ИОТ	ИЗ7.101.XXXXX							
104														
105														
106														
107														
108														
109														
110														
111														
112														
113														
114														
115														
116														
	МК													