

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 горизонтально-фрезерного
станка

Обучающийся	<u>Д.В. Захаров</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Л.А. Резников</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.ф.-м.н, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка.

Автор: Захаров Дмитрий Владимирович.

В выпускной работе спроектирован технологический процесс изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка.

В первой части работы нами проанализирована конструкция фланца горизонтально-фрезерного станка, выполнен анализ конструкции самого горизонтально-фрезерного станка, а также рассмотрены химический состав и свойства материала, из которого выполнен фланец. Также выполнен анализ технологичности конструкции фланца.

Во второй технологической части работы выбран тип машиностроительного производства и описаны его основные характеристики. Исходя из этого, выполнен расчет экономичности двух наиболее подходящих видов получения заготовки. На самую ответственную и точную поверхность выполнен расчет припусков расчетно-аналитическим методом. Далее проведен анализ и выбраны методы обработки каждой поверхности фланца горизонтально-фрезерного станка. После этого спроектирован технологический процесс и рассчитаны режимы резания.

В третьей части работы нами спроектирована станочная технологическая оснастка на токарную операцию техпроцесса изготовления вала-шестерни робота-манипулятора. Это приспособление имеет механизированный привод, который позволит сократить вспомогательное операционное время, затрачиваемое на закрепление-раскрепление заготовки.

В четвертой части для шпоночно-фрезерной операции спроектирована дисковая фреза для фрезерной операции техпроцесса.

Работа содержит анализ экологичности и безопасности проведенных изменений. Экономический расчет показал эффективность работы.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение и условия работы детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	8
2 Технологическая часть.....	10
2.1 Определение типа производства.....	10
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	10
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.4 Выбор методов обработки.....	13
2.5 Расчет припусков.....	15
2.6 Определение режимов резания.....	18
3 Проектирование приспособления.....	23
3.1 Исходные данные.....	24
3.2 Силовой расчет.....	25
4 Проектирование режущего инструмента.....	29
4.1 Исходные данные.....	31
4.2 Проектирование фрезы.....	32
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
6 Экономическая эффективность работы.....	40
Заключение.....	46
Список используемой литературы.....	47
Приложение А. Технологическая документация.....	50

Введение

Станкостроение в России на сегодняшний день находится не в лучшем состоянии. В момент до развала СССР отечественное станкостроение занимало одну из ведущих мест в мире, но после распада Советского союза из-за импорта металлообрабатывающего оборудования и замены отечественных станков на зарубежные эта отрасль машиностроения стала терпеть колоссальные убытки. На сегодняшний день в России хоть как-то работают всего несколько станкостроительных заводов, а остальные обанкротились.

Несколько лет назад над этим вопросом задумалось руководство страны и приняло меры для поднятия отечественного станкостроения. Но эти меры не быстро начнут влиять, так как необходимо сначала возродить инженеров-станкостроителей, разработать современные системы управления, которые были бы актуальными на мировых рынках и так далее.

Металлорежущие станки подразделяют на восемь групп. Одной из самых крупных групп металлорежущих станков является группа фрезерных станков, отличающаяся своим разнообразием. В эту группу входят горизонтально-фрезерные станки, которые названы так потому, что ось вращения вала шпинделя является горизонтальной. Привод этих станков содержит несколько десятков валов, а валы, в свою очередь, опираются на опоры. Деталь фланец горизонтально-фрезерного станка призван закрыть эту опору от воздействия внешней среды, а также удерживать неизменной внутреннюю среду, где находятся взвеси смазочной жидкости. Фланец прикрепляется к корпусу станка винтами.

Целью данной работы является проектирование технологического процесса изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка заданного качества и с минимальной себестоимостью изготовления, согласно заданной программе выпуска.

1 Анализ исходных данных

«В общей совокупности процессов, протекающих при обработке металлов резанием, тепловой фактор играет весьма важную роль. Доля тепловых деформаций в общем балансе погрешностей обработки и точности станка тем выше, чем жестче требования к точности обрабатываемых деталей. Особую роль играют тепловые деформации в станках с ЧПУ, так как они являются более энергоемкими, а доля машинного времени достигает 70–90%. В станках с ЧПУ до 50% энергии, подводимой к ним, рассеивается в структуре станка, вследствие электрических, механических и иных потерь превращается в тепловую, тем самым увеличивая теплонапряженность конструкции станка, его деталей, узлов и элементов. Доля тепловых погрешностей в общем балансе точности станков с ЧПУ может достигать 30–70%, причем характер и степень их влияния неодинаковы для различных параметров точности обрабатываемых деталей». [16]

«Негативной стороной теплового фактора является также и то обстоятельство, что он ограничивает повышение скоростей перемещения (вращения) рабочих органов станка - шпиндельных узлов и приводов подач. Помимо перечисленных воздействий, тепловой режим станка влияет и на такие характеристики станка, как геометрические, упругие, параметры работоспособности, долговечности, то есть на технический уровень станка в целом». [16]

«Современное состояние и тенденции развития металлорежущих станков, обуславливают необходимость увеличения их энергонасыщенности, времени производительного функционирования, концентрации выполняемых операций на одном станке, расширение функциональных возможностей металлорежущих станков, повышение скоростей и других параметров и характеристик, требует как значительного увеличения энергетических затрат, так и необходимости их постоянного роста». [16]

1.1 Назначение и условия работы детали

Привод горизонтально-фрезерного станка содержит несколько десятков валов, а валы, в свою очередь, опираются на опоры. Деталь фланец горизонтально-фрезерного станка призван закрыть эту опору от воздействия внешней среды, а также удержать неизменной внутреннюю среду, где находятся взвеси смазочной жидкости. Фланец прикрепляется к корпусу станка винтами.

«Такие элементы в конструкции деталей применяют для размещения и закрепления на их торцевых или цилиндрических поверхностях других деталей. Они могут располагаться на наружных и внутренних поверхностях детали. При разработке конструкции детали необходимо стремиться к минимизации количества этих элементов, так как они образуют узлы сосредоточения металла, которые могут стать причиной возникновения дефектов в виде усадочных раковин и рыхлот. В том случае, когда бобышки, платики и приливы требуют при изготовлении отъемных частей модели или стержней, они отрицательно влияют на точность размеров, понижают производительность формовки, увеличивают затраты времени на очистку. Поэтому необходимо стремиться к такой конструкции детали (обычно в массовом и серийном производствах), в которой надобность в отъемных частях не требуется». [25]

«Основным служебным назначением фланцев является ограничение осевого перемещения вала, установленного на подшипниках. Отсюда следует, что основными конструкторскими базами фланца являются поверхности центрирующего пояса по размеру отверстия в корпусе и торцы. Поскольку в качестве технологических баз при обработке заготовки целесообразно выбирать основные базы детали, то исходя из этого следует, что на первых операциях обрабатывают основные базы. В связи с этим на первой операции в качестве технологических баз используют наружную цилиндрическую поверхность и торец большого фланца». [24]

1.2 Классификация поверхностей детали

В работе необходимо определить служебное назначение каждой поверхности фланца, поэтому в «Технологии машиностроения» классифицируют каждую поверхность детали для выявления этой информации. Выполним классификацию поверхностей по назначению, для этого пронумеруем поверхности детали и представим это на рисунке 1.

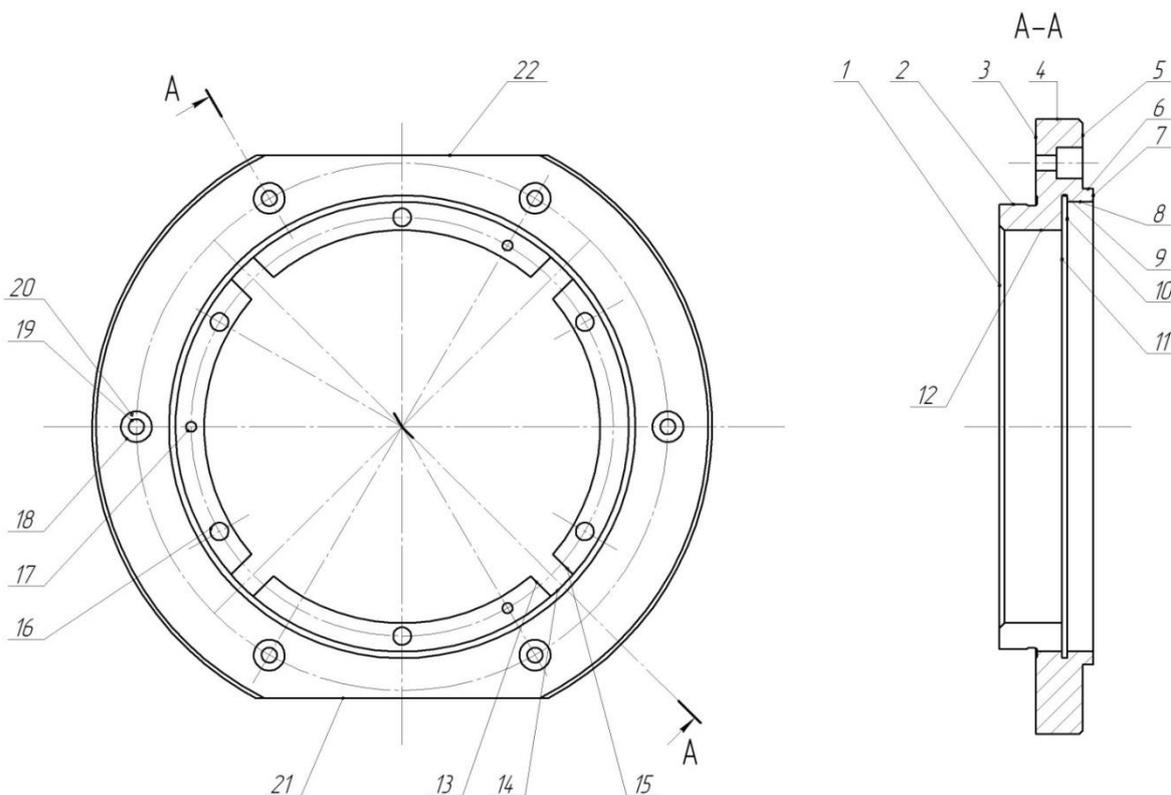


Рисунок 1 - Классификация поверхностей

Исполнительной поверхностью фланца является внутренняя цилиндрическая поверхность 8. Основными конструкторскими базами фланца являются наружная цилиндрическая поверхность 2, а также торцевая поверхность 3. Вспомогательными конструкторскими базами фланца являются поверхности 6, 14, 15, 19, 12, 13 и 20. Остальные поверхности детали - свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом фланца горизонтально-фрезерного является сталь 35 ГОСТ 1050-2013 [9], которая содержит около 0,35% углерода (С), остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Физико-механические свойства стали 35 представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 35

σ_B , МПа	НВ	σ_T , МПа	ψ , %	δ_5 , %
390	136...156	600	45	20

«В последние годы наметилась тенденция повышения качества и расширения размерного сортамента плоского горячекатаного проката. Это позволило эффективно применять его вместо холоднокатаного в различных отраслях промышленности. Непрерывная разливка стали в настоящее время повсеместно вытесняет традиционную разливку в изложницы. Российские металлурги также добились существенных успехов как при разливке стали, так и в прокатном производстве». [4]

«Для металлургической промышленности появление машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) стали крупнейшим достижением, обеспечивающим необыкновенный прорыв в увеличении производительности труда, а также в экономии произведенного жидкого металла». [4]

«Производство непрерывнолитых заготовок обеспечивает значительное снижение расходного коэффициента от выплавки стали до производства готового проката. Непрерывная разливка стали позволила исключить из технологического процесса слябинги и блюминги, которые использовались для формирования геометрических размеров заготовки и последующей прокатки ее на листовых и сортовых станах». [4]

«По современным прогнозам перспективного развития металлургической промышленности, доля разливки стали на машинах непрерывного литья заготовок возросла в среднем в 1,5 – 4,0 раза, в первую очередь за счет повышения надежности оборудования, а некоторые слябовые машины непрерывного литья заготовок позволяют разливать металл со скоростью 2,5 т/мин». [4]

«В условиях жесточайшей конкуренции на мировом рынке металлопродукции любые инновации в области непрерывной разливки будут немедленно внедряться и приносить прибыль. Первоочередной задачей развития машин непрерывного литья заготовок является получение качественного продукта, который бы обеспечивал современные требования машиностроителей, газовиков и нефтяников – ведущих заказчиков металла». [4]

Конструкция фланца горизонтально-фрезерного станка довольно простая. В конструкции отсутствуют труднодоступные поверхности, которые сложно было бы обработать и измерить. В конструкции предусмотрены канавки для выхода инструмента при механической обработке. Поэтому делаем вывод о достаточной степени технологичности конструкции фланца горизонтально-фрезерного станка.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Разрабатываемый технологический процесс и выбор оборудования для проектируемого машиностроительного производства во многом зависит от типа производства, которое бывает: единичное; серийное, которое подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное; массовое». [3]

«Тип производства характеризуют: широта номенклатуры (количество наименований выполняемых изделий); объем выпуска изделий; регулярность выпуска каждого изделия. В общем объеме мирового производства 75-80% занимает среднесерийное производство». [3]

Тип производства для изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка выберем на основе двух параметров: масса фланца $m = 3,5$ кг и годовая программа выпуска $N = 10000$ штук. Исходя из этих данных [3], принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяемыми сериями и сравнительно небольшими объемами выпуска. Его отличают устойчивая номенклатура и ее повторяемость, специализация рабочих мест на нескольких операциях, широкое применение специализированного и специального оборудования, значительное использование труда рабочих средней квалификации, меньшая доля ручных работ и более высокий уровень механизации и автоматизации производства, меньшая трудоемкость и длительность цикла (станкостроение, приборостроение и так далее)». [17]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«В процессе изготовления деталей возникает необходимость изменять размеры, форму, а в некоторых случаях и физико-механические свойства первоначально выбранной заготовки. Эти изменения достигаются различными способами обработки: правкой, резкой, вырубкой, гибкой, вальцовкой, обкаткой, вытяжкой, формированием, механической и тепловой обработкой». [20]

«Резкой, вырубкой и механической обработкой изменяют размеры заготовки. Правка, гибка, вальцовка, обкатка, вытяжка, формирование позволяют изменять форму заготовки, не уменьшая ее объема. Тепловая обработка применяется для улучшения физико-механических свойств материала». [20]

«Выбор способа обработки зависит от свойств обрабатываемого материала, требований к качеству поверхностей, а также от наличия на предприятии оборудования». [20]

При штамповке масса заготовки для изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка будет равна $m = 6,25$ кг, а при прокате ($\emptyset 243 \times 41,5$) $m = 15,05$ кг.

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

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

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$. [14]

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

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

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

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

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

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

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

где $Q_{ум} = 6,25; q = 3,5$;

$$C_{отх} = 0,0144. [14]$$

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 6,25 + 0,6578(6,25 - 3,5) - (6,25 - 3,5)0,0144 = 3,4662$$

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 $Q_{пр} = 15,05; q = 3,5$;

$$C_{отх} = 0,0144. [14]$$

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 15,05 + 0,6578(15,05 - 3,5) - 0,0144(15,05 - 3,5) = 9,2659 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

Определим коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3}. \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{3,5}{6,25} = 0,56.$$

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

Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.4 Выбор методов обработки

«На каждом этапе выбор методов обработки обусловлен видом поверхности (цилиндр, плоскость и другие), ее положением (наружная или внутренняя) и состоянием поверхности (квалитет, Ra, мкм), достигаемом на этом этапе. Назначение того или иного метода обработки на конкретном этапе обработки зависит от экономической точности, который обеспечивает метод обработки. Например, при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей, точение предварительное (черновое) обеспечивает 12-14 квалитеты, а шлифование предварительное – 9-8 квалитеты». [1]

«При выборе методов обработки необходимо учитывать производственную среду, то есть возможности имеющегося оборудования». [1]

В связи с заданными квалитетом точности (IT11), формы и шероховатости (Ra=3,2) поверхностей 1, 5, 7, 9, 10, 11, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

В связи с заданными квалитетом точности (IT8), формы и шероховатости (Ra=0,8) поверхности 2, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

В связи с заданными квалитетом точности (IT14), формы и шероховатости (Ra=1,6) поверхностей 3, 4, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое шлифование.

В связи с заданными квалитетом точности (IT8), формы и шероховатости (Ra=3,2) поверхности 6, обозначенным на чертеже фланца

горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

В связи с заданными качеством точности (IT7), формы и шероховатости ($Ra=0,8$) поверхности 8, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

В связи с заданными качеством точности (IT8), формы и шероховатости ($Ra=1,6$) поверхности 12, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое шлифование.

В связи с заданными качеством точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=3,2$) поверхностей 13, 14, 15, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: долбление.

В связи с заданными качеством точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=3,2$) поверхностей 16, 20, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: сверление.

В связи с заданными качеством точности (IT7), формы и шероховатости ($Ra=1,6$) поверхности 17, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: сверление и зенкерование.

В связи с заданными качеством точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=3,2$) поверхностей 18, 19, обозначенным на чертеже фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: сверление и цекование.

В связи с заданными качеством точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=3,2$) поверхностей 21, 22, обозначенным на чертеже

фланца горизонтально-фрезерного станка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: фрезерование.

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 17 с параметрами качества $\varnothing 174H7^{(+0,040)}$ мм, $L = 10$ мм, $Ra = 0,8$ мкм.

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot TD. \quad [5] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 3,2 = 0,800.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,40 = 0,100.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025.$$

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

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,063 = 0,016.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,040 = 0,010.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. \quad [5] \quad (7)$$

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,800^2 + 0,025^2} = 1,200.$$

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

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

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,016^2 + 0} = 0,066.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 1,200 + 0,5(3,2 + 0,400) = 3,000.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(TD_1 + TD_2) = 0,300 + 0,5(0,400 + 0,100) = 0,550.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(TD_{TO} + TD_3) = 0,140 + 0,5(0,100 + 0,063) = 0,222.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(TD_3 + TD_4) = 0,066 + 0,5(0,063 + 0,040) = 0,118.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$D_{4\min} = 174,000.$$

$$D_{4\max} = 174,040.$$

$$D_{3\min} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 174,000 - 2 \cdot 0,066 = 173,868.$$

$$D_{3\max} = D_{3\min} - TD_3 = 173,868 - 0,063 = 173,805.$$

$$D_{TO\min} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 173,805 - 2 \cdot 0,140 = 173,525.$$

$$D_{TO\max} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 173,525 - 0,160 = 173,365.$$

$$D_{2\max} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 173,365 \cdot 0,999 = 173,192.$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 173,365 - 0,100 = 173,092.$$

$$D_{1\min} = D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 173,092 - 2 \cdot 0,300 = 172,492.$$

$$D_{1\max} = D_{1\min} + TD_1 = 172,492 - 0,400 = 172,092.$$

$$D_{0\min} = D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 172,092 - 2 \cdot 1,200 = 169,692.$$

$$D_{0\max} = D_{0\min} - TD_0 = 169,692 - 3,2 = 166,492.$$

Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$D_{cpi} = 0,5(D_{i\max} + D_{i\min}). \quad (9)$$

$$D_{cp0} = 0,5(D_{0\max} + D_{0\min}) = 0,5(169,692 + 166,492) = 168,092.$$

$$D_{cp1} = 0,5(D_{1\max} + D_{1\min}) = 0,5(172,492 + 172,092) = 172,292.$$

$$D_{cp2} = 0,5(D_{2\max} + D_{2\min}) = 0,5(173,192 + 173,092) = 173,142.$$

$$D_{cpTO} = 0,5(D_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(174,3525 + 173,365) = 173,445.$$

$$D_{cp3} = 0,5(D_{3\max} + D_{3\min}) = 0,5(173,868 + 173,805) = 173,837.$$

$$D_{cp4} = 0,5(D_{4\max} + D_{4\min}) = 0,5(174,040 + 174,000) = 174,020.$$

Определим общий припуск на обработку (мм)

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

$$2Z_{\min} = 174,000 - 169,692 = 4,308.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4. \quad (12)$$

$$2Z_{\max} = 4,308 + 3,200 + 0,040 = 7,548.$$

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

$$2Z_{cp} = 0,5(4,308 + 7,548) = 5,928.$$

Полученные значения припусков будем использовать при проектировании технологических операций обработки фланец привода горизонтально-фрезерного станка.

2.6 Определение режимов резания

«Опыт развития машиностроения и металлообработки свидетельствует о постоянном повышении требований к качеству выпускаемых машин при использовании современного оборудования, технологий, инструмента и систем управления процессами резания. На современном автоматизированном оборудовании при использовании твердосплавных инструментов уровень скоростей резания на токарных операциях может достигать 500 м/мин. В этих условиях необходимо обеспечить надежность инструментальной наладки в целом и получить заданные выходные параметры системы резания - технологические и экономические. К технологическим относятся: показатели точности обработки и качества обработанной поверхности (шероховатость, степень и глубина наклепа, величина и знак остаточных напряжений), ресурс (стойкость) инструмента; к экономическим показателям относятся производительность и себестоимость обработки. На операциях допускаемая скорость является главным элементом режима резания». [19]

2.6.1 Определение режимов резания на операцию 015.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,2$. [18]

Подача $S = 0,2$. [18]

Скорость резания

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

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180$. [22]

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 239} = 239,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 200 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (16)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 239 \cdot 200}{1000} = 150,1 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad (17)$$

$$S = 0,2 \cdot 200 = 40 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S}. \quad (18)$$

$$T_0 = \frac{40}{40} = 1,00 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 3,0$. [18]

Подача $S = 0,3$. [18]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 179} = 80,1 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 80 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 179 \cdot 80}{1000} = 45,0 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 80 = 24 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{4}{24} = 0,17 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 0,3$. [18]

Подача $S = 0,2$. [18]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 173,2} = 331,0 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 173,2 \cdot 315}{1000} = 171,3 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 315 = 94,5 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{36}{94,5} = 0,38 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,00 + 0,17 + 0,38 = 1,55, \text{ мин.}$$

2.6.2 Определение режимов резания на операцию 025.

Фрезеровать поверхности 21 и 22, выдерживая размер $105 \pm 0,435$.

Глубина резания $t = 9$. [18]

Подача $S_z = 0,025$. [18]

Подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_z \cdot z, \tag{19}$$

где $z = 20$.

$$S_0 = 0,025 \cdot 20 = 0,5, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y}, \quad (20)$$

где $D = 80; C_V = 7,0; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 30$. [18]

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}, \quad (21)$$

где $K_{MV} = 1,0; K_{UV} = 1,0; K_{LV} = 1,0$. [18]

$$K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 80^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 5^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 102,5, \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 102,5}{3,14 \cdot 80} = 408, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 400, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 400}{1000} = 100,5, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 400 = 200, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{n_{омс} \cdot L_{px}}{S}. \quad (22)$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 10}{200} = 0,05 \text{ мин.}$$

Найденные значения режимов резания при обработке фланца горизонтально-сверлильного станка занесем в карты технологических наладок, представленные в графической части, а также в технологическую документацию, представленную в приложении А.

3 Проектирование приспособления

«Эффективность технологических процессов производства машиностроительных изделий в значительной степени повышается за счет использования достижений науки и техники в области совершенствования технологической оснастки. Широкое применение гибких производственных систем, роботизированных технологических комплексов и другого технологического оборудования, управляемого от электронно-вычислительных машин, внесло существенные коррективы в задачи, поставленные перед разработчиками технологической оснастки. Применение «жесткой автоматизации в условиях крупносерийного и массового производства и «гибкой автоматизации» в условиях единичного и мелкосерийного производства диктует свои условия в области развития технологической оснастки, ее соответствующего разделения на группы. Однако само разделение производств по типам достаточно условно, а применение автоматизации в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также «гибкой автоматизации» в условиях крупносерийного производства вносит неопределенность в установившиеся требования к проектированию технологических систем и, как следствие, технологической оснастки». [13]

На сегодняшний день в связи с жесткой конкуренцией продукции машиностроения на мировых рынках ребром встает вопрос об автоматизации машиностроительных производств. Автоматизация производств дает стабильность качества выпускаемой продукции, увеличивает производительность труда, а также снижает себестоимость продукции из-за снижения количества рабочих, участвующих в производстве.

Ввиду того, что организация крупносерийного и массового машиностроительных производств очень сложна и затратна, а также в связи с необходимостью частого изменения номенклатуры выпускаемой продукции из-за изменчивости мирового рынка, в центре внимания оказываются

серийные производства, которые способны быстро приспосабливаться к изменяющимся условиям. В таких производствах огромную роль играют гибкие производственные системы. С помощью создания таких систем, в которые входят станки с ЧПУ, вычислительная техника, системы адаптивного управления и так далее возможен быстрый переход производства на выпуск новой продукции. Немаловажную роль в таких производствах играют инженерные кадры, которые ведут технологическую подготовку производств, проектируют групповые технологические процессы, осуществляют оперативное планирование, ведут управление основным и вспомогательным оборудованием производства.

Токарная технологическая операция относится к таким операциям, на которых обрабатываемая заготовка получает вращательное движение от привода главного движения станка. Инструмент, закрепляемый на суппорте, получает поступательное перемещение вдоль оси заготовки, что является продольной подачей, либо перпендикулярно оси заготовки, что является поперечной подачей. На токарных станках с ЧПУ в револьверной головке станка могут закрепляться осевые инструменты, такие как сверла, зенкеры, метчики и так далее, которые могут приводиться в движение отдельными приводами.

3.1 Исходные данные

Токарная операция 015 содержит обработку наружных цилиндрических поверхностей фланца вертикально-фрезерного станка проходным отогнутым резцом с выполнением двух фасок, обработку внутренней канавки канавочным резцом, а также обработку внутренних цилиндрических поверхностей расточным резцом. Эскиз операции представлен на рисунке 2.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 150,1^{-0,3} \cdot 0,9 = 62,7, H$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 150,1^{-0,15} \cdot 0,9 = 114,2, H$$

Так как P_z является большей, чем P_y , то дальнейший расчет будем вести, учитывая большую силу резания.

Схема закрепления заготовки-шкива в проектируемом приспособлении, которым является токарный патрон, представлена на рисунке 3.

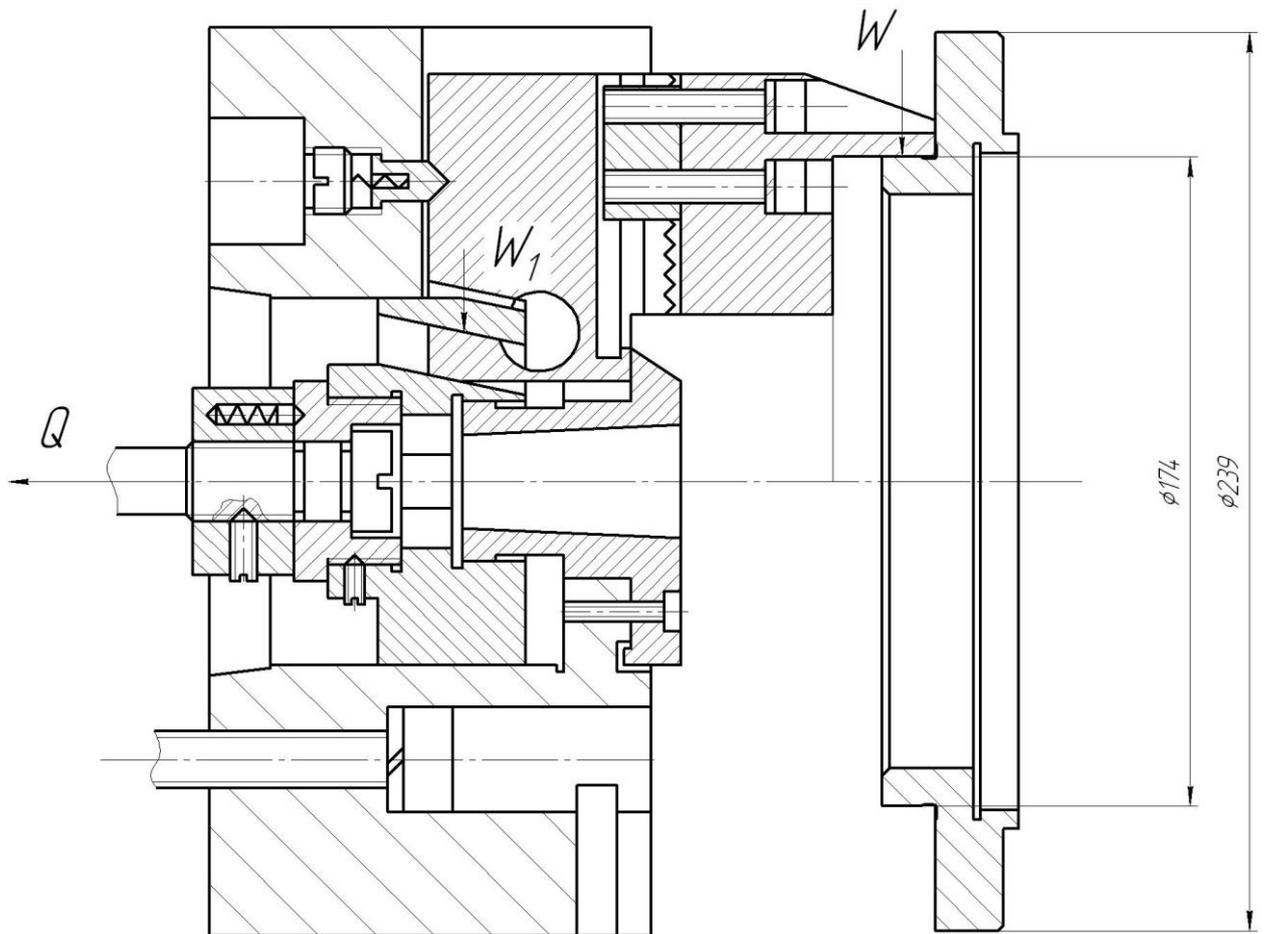


Рисунок 3 - Схема закрепления заготовки

Вычислим крутящий момент

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}. \quad (24)$$

Момент от силы зажима вычисляется по формуле

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

Так как предыдущие моменты должны уравновешивать друг друга, то

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (27)$$

Еще найдем коэффициент запаса для надежности фиксации заготовки в патроне

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (28)$$

где $K_0 = 1,8; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0$. [28]

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

Коэффициент трения $f = 0,3$. [28]

Проведя математические преобразования, получим

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (29)$$

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 114,2 \cdot 239}{0,3 \cdot 174} = 18823 \text{ Н.}$$

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 114,2 \cdot 239}{0,3 \cdot 174} = 18823, \text{ Н.}$$

Зажимное усилие

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l_k}{H_k} \cdot f}, \quad (30)$$

где $f = 0,1$. [28]

$$W_1 = \frac{18823}{1 - \frac{62}{80} \cdot 0,1} = 20404, \text{ Н.}$$

Вычислим усилие на приводе, усиливаемое зажимным механизмом и прикладывается к рабочему кулачку

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (31)$$

Рассчитаем величину характеристики конструкции

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1} \quad (32)$$

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

$$Q = \frac{20404}{2,1} = 9716, \text{ Н.}$$

Чертеж спроектированного токарного патрона для обработки фланца горизонтально-фрезерного станка на 015 операции представлен в графической части работы

4 Проектирование режущего инструмента

«С тех пор как человечество научилось применять для своих нужд металлы и сплавы, возникли вопросы, связанные с их обработкой для придания заготовкам из них соответствующих форм деталей». [22]

«Машиностроение и важнейшая подотрасль его – станкостроение являются базами для изготовления любых изделий, которые люди применяют в своей деятельности и жизни. Для получения наибольшей отдачи от отрасли и подотрасли необходимо совершенствование и выведение их на качественно новый уровень максимальной автоматизации. Эта задача не может быть решена без внедрения в производство прогрессивных конструкций режущих инструментов на основе изучения физических процессов, сопровождающих резание металлов. Такое изучение необходимо как продолжение столетнего исследования в связи с использованием новых конструкционных материалов, обладающих неизвестными свойствами с точки зрения их обрабатываемости резанием; в связи с появлением перспективных инструментальных материалов, не содержащих, в частности, дефицитных вольфрама и кобальта (появление новых инструментальных материалов, позволяющих работать на повышенных скоростях резания по сравнению с традиционными режущими материалами, всегда приводило к модернизации существующих станков или замене их парка – требовались более мощные приводы, повышенные жесткость, точность и так далее), и, главное, со стремлением повысить производительность металлообработки. Международные данные говорят о том, что незапланированные остановки автоматизированного и автоматического оборудования из-за несвоевременного вывода из строя режущих инструментов и других проблем обработки резанием составляют до 50 % всех отказов такого оборудования. Это еще раз подчеркивает значимость металлообработки резанием, которая согласно тем же международным данным будет превалировать при изготовлении деталей машин в обозримом будущем». [22]

«Сущность технологии изготовления деталей машин состоит в последовательном использовании различных технологических способов воздействия на обрабатываемую заготовку для придания ей заданных формы и размеров. Одним из таких способов является механическая обработка резанием, которая осуществляется режущими инструментами на металлорежущих станках. Обработка резанием заключается в срезании с обрабатываемой заготовки некоторой части металла, оставленной на обработку и названной припуском. Он может удаляться одновременно с нескольких поверхностей заготовки или последовательно друг за другом с каждой обрабатываемой поверхностью. Иногда припуск может быть настолько большим, что его срезают не сразу, а за несколько проходов. После срезания всего припуска заготовка превращается в готовую деталь. Металл, удаляемый в процессе срезания с заготовки, подвергается пластическому деформированию и разрушению, в результате чего, отделившись от заготовки, приобретает характерную форму; в таком виде его называют стружкой. Срезаемая с заготовки стружка является отходом обработки металлов резанием. Пластическое деформирование и разрушение материала с превращением его в стружку происходит в специфических условиях. Это определяет и специфические условия процесса, справедливые только для резания металлов. Таким образом, все виды и способы получения деталей машин, основанные на срезании припуска и превращение его в стружку, определяются сочетанием «резание материалов». [22]

«Фрезерование применяют для обработки плоскостей, пазов с прямолинейным и винтовым направлением, шлицев, тел вращения, разрезки заготовок, образования резьбы, а также для получения фасонных поверхностей. Главное движение при фрезеровании осуществляется из-за вращения фрезы, а движение подачи (поступательное или вращательное) – перемещением или вращением заготовки. Процесс фрезерования может обеспечить точность деталей в пределах 8...11-го качества и шероховатость обработанных поверхностей до $Ra=1,25$ мкм». [22]

4.1 Исходные данные

На 025 фрезерной операции изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка осуществляется обработка лысок детали одновременным фрезерованием их с двух сторон. Эскиз операции представлен на рисунке 4.

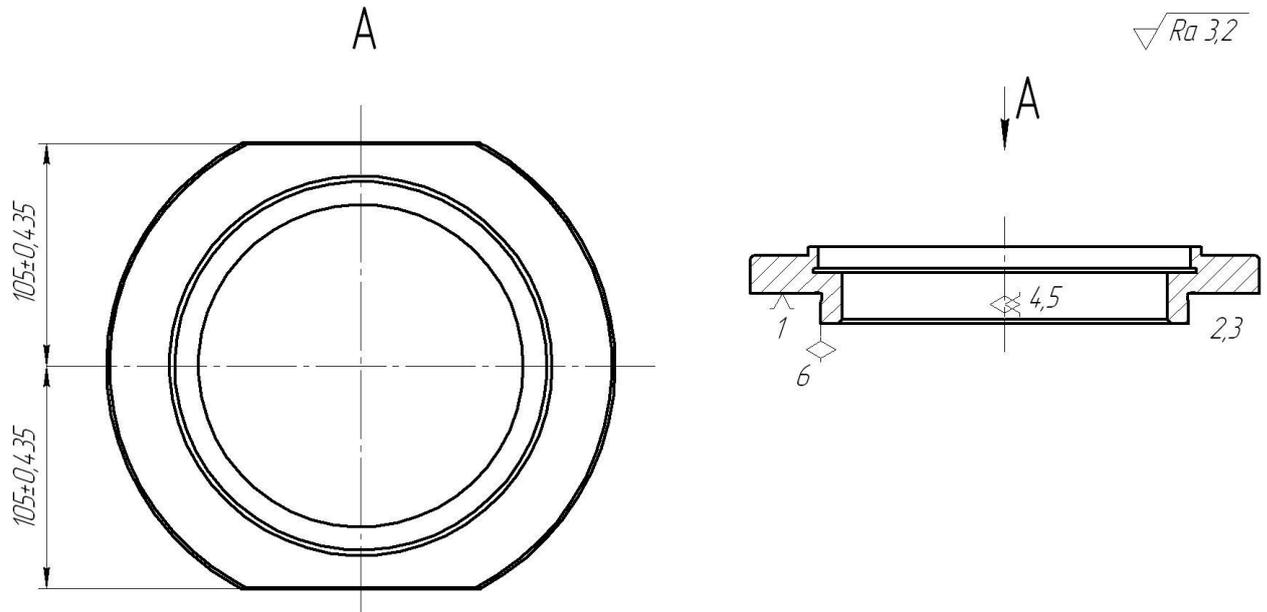


Рисунок 4 - Эскиз операции 025

Одновременное фрезерование лысок фланца с двух сторон усложняет саму операцию фрезерования. Для этого необходимо создать специальную оправку, на которой будут находиться две дисковые фрезы, режущие кромки которых должны быть направлены в одну сторону. Между фрезами необходимо поставить втулку, которая будет выполнять такую функцию, как корректировка расстояния между фрезами. Этой втулкой будут настраиваться размеры $105\pm 0,435$, которые обозначены на эскизе операции, между поверхностями лысок и центром фланца.

Одновременное фрезерование двух параллельных лысок будет значительно сокращать операционное время. Так, если обработку вести одним инструментом необходимо отфрезеровать одну лыску, затем вспомогательным движением станка передвинуть фрезу для обработки второй лыски и выполнить эту обработку.

В нашем же случае мы предлагаем обработку двух параллельных лысок вести одновременно двумя дисковыми фрезами.

В этом разделе нам необходимо спроектировать фрезы для данной операции.

4.2 Проектирование фрезы

При выполнении операции фрезерования прямозубой фрезой зуб входит в обрабатываемый материал, а потом выходит из него, сразу по всей ширине. Это напрямую влияет на площадь поперечного сечения среза и, соответственно, на значения возникающих сил резания при обработке. Процесс постепенного нагружения зуба фрезы происходит так: при заходе зуба фрезы в материал заготовки нагрузка на зуб начинает возрастать и это происходит до момента, где эта нагрузка окажется максимально большой. Далее следует временной отрезок, при котором зуб фрезы постепенно выходит из заготовки, при этом происходит снижение нагрузки на зуб фрезы. Если число зубьев фрезы будет небольшим, то одновременно в обработке будут участвовать малое количество зубьев фрезы. Если же число зубьев фрезы будет большим, то одновременно будет участвовать в обработке несколько зубьев и нагрузка между ними будет распределяться более равномерно.

Определим диаметр посадочного отверстия фрезы

$$d_0 = 5,28 \cdot h^{0,48} \cdot b^{0,15}, \quad (33)$$

где $h = 18; b = 3$. [2]

$$d_0 = 5,28 \cdot 18^{0,48} \cdot 3^{0,15} = 24,9, \text{ мм.}$$

Принимаем $d_0 = 27$, мм.

Предварительно рассчитаем наружный диаметр

$$d_a \approx 2,5 \cdot d_0 \quad (34)$$

$$d_a \approx 2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 27 = 67,5, \text{ мм.}$$

Высота профиля зуба

$$h_1 = h + (1..3) \quad (35)$$

$$h_1 = h + (1..3) = h + 2,5 = 18 + 2 = 20, \text{ мм.}$$

Число зубьев фрезы

$$z = \frac{\pi \cdot d_a}{A \cdot h_1},$$

где $A = 1,8$. [2]

$$z = \frac{3,14 \cdot 67,5}{1,8 \cdot 20} = 12,89.$$

Принимаем $z = 14$. [2]

Величина затылования

$$k = \frac{\pi \cdot d_a}{z} \operatorname{tg} \alpha_s. \quad (36)$$

$$k = \frac{3,14 \cdot 67,5}{14} \operatorname{tg} 10^\circ = 2,7, \text{ мм.}$$

Принимаем $k = 3$ мм.

Центровальный угол канавки

$$\psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot z}. \quad (37)$$

$$\psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot 14} = 6,43^\circ = 6^\circ 26'.$$

Радиус закругления впадины

$$r = \left(\frac{d_a}{2} - h_1 - k \right) \sin(\psi_1 / 2). \quad (38)$$

$$r = \left(\frac{67,5}{2} - 20 - 3 \right) \sin 5^\circ = 0,96 \approx 1, \text{ мм.}$$

Высота зуба

$$H = h_1 + k + r. \quad (39)$$

$$H = 16 + 3 + 1 = 20, \text{ мм.}$$

Окончательно наружный диаметр фрезы

$$d_a = d_0 + 2m + 2H, \quad (40)$$

где $m = 3$. [2]

$$d_a = 27 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 24 = 81, \text{ мм.}$$

Конструкция спроектированной фрезы для 025 операции техпроцесса изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка представлена в графической части.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данной работе мы проектируем технологический процесс изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка. Участок механической обработки содержит несколько рабочих мест, на которых проводятся следующие технологические операции: четыре токарных операции, проводимые на токарных станках с ЧПУ SAMAT-400XC, фрезерная операция, проводимая на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ ХК6032, сверлильная операция, проводимая на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ 2P135Ф2-1, долбежная операция, проводимая на долбежном станке 7Д450, две внутришлифовальные операции, проводимые на внутришлифовальных станках с ЧПУ 3М225ВФ2, торцекруглошлифовальная операция, проводимая на торцекруглошлифовальном станке с ЧПУ ШХ4-104Ф20, круглошлифовальная операция, проводимая на круглошлифовальном станке с ЧПУ 3М151Ф2, моечная и контрольная операции.

За базовый вариант техпроцесса был взят типовой техпроцесс обработки фланца. В этом техпроцессе были модернизированы две операции, а именно 015 Токарная чистовая операция, выполняемая на токарном станке с ЧПУ SAMAT-400XC, а также 025 Фрезерная операция, выполняемая на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ ХК6032. В этом разделе будем анализировать безопасность и экологичность рабочих мест относительно этих двух операций.

«Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы: физические, химические, биологические, психофизиологические». [26]

При обработке материалов резанием в результате трения происходит нагрев компонентов, которые участвуют в процессе, а именно режущего инструмента, обрабатываемой заготовки и продуктов отхода, которым является снимаемая стружка. Степень нагрева зависит от скорости резания, с

которой ведется механическая обработка. Для снижения нагрева этих компонентов в зону резания подается смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) под давлением из сопла.

На токарной чистовой операции оператор станка с ЧПУ SAMAT-400XC, который показан на рисунке 5, перед началом обработки устанавливает заготовку, открыв эту зону путем сдвижения кожуха влево. После установки в приспособление заготовки оператор должен закрыть защитный кожух, сдвинув его вправо и далее запустить обработку по заранее разработанной программе.



Рисунок 5 – Токарный станок SAMAT-400XC

В работе спроектирован механизированный токарный патрон, поэтому оператору не нужно закреплять заготовку вручную. Это исключает некоторые опасные и вредные факторы на данном рабочем месте. После отработки всех движений, прописанных в программе для станка с ЧПУ все

режущие инструменты отводятся. После этого оператор станка отодвигает защитный кожух, включает привод для разжима заготовки и снимает ее со станка. При снятии обработанной заготовки оператор станка должен находиться в защитных перчатках ГОСТ 12.4.252-2013 [6], чтобы нагретая заготовка не повредила кожу рук оператора своей высокой температурой.

Снижению разогрева компонентов, участвующих в обработке, способствует подача в зону обработки смазочно-охлаждающих жидкостей. Испарения этих жидкостей тоже могут негативно повлиять на окружающую среду рабочего места оператора токарного станка. В связи с этим отделом охраны труда предприятия обязательно контролируется качество внутрицехового воздуха. В цехе имеется централизованная система вентиляции воздуха ГОСТ 22270-2018 [8], которая выводит из цеха нежелательные газообразные элементы. И, если возникает необходимость, то оператор станка должен находиться на рабочем месте в респираторе ГОСТ 12.4.296-2015 [7]. Эти мероприятия устранят проблемы возникновения заболевания органов дыхания у операторов станков.

Еще одним опасным фактором является то, что оператору токарного станка SAMAT-400XC периодически необходимо убирать из накопителя станка стружку. Это необходимо делать не после каждой операции обработки, а по мере накопления определенного количества этой стружки. Во избежание ожогов это выполняется специальным крючком для сбора стружки ГОСТ EN 12840-2011 [10] или щеткой-сметкой.

«Удаление стружки с поверхности станка вручную должно производиться щетками-сметками и крючками. Запрещается удалять стружку непосредственно руками или инструментом. Специальные крючки должны быть без проушин и иметь гладкие рукоятки с защитными чашечками (экранами). Удаление стружки разрешается проводить только на остановленном оборудовании и в защитных очках ГОСТ Р 12.4.013-97». [21]

Оператор в строго отведенное время перемещает стружку в специальный контейнер, а далее цеховым транспортом общая цеховая стружка отвозится на утилизацию или переработку.

Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ модели ХК6032 (рисунок 6), в отличие от токарного станка SAMAT-400ХС, не имеет защитного кожуха, который бы закрывал зону обработки от вылета образовавшейся стружки, от действия высоких температур, возникающих при резании и так далее.



Рисунок 6 – Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ ХК6032

Станочнику, выполняющему работы на горизонтально-фрезерном станке ХК6032 для защиты органов зрения от попадания стружки, образующейся при резании, необходимо перед началом работ надеть защитные очки ГОСТ Р 12.4.013-97 [11].

Важно на предприятии иметь противопожарную систему ГОСТ Р 59638-2021 [12] для исключения возникновения пожаров.

«Системы пожарной сигнализации предназначены для обнаружения пожара, формирования, обработки, регистрации и передачи в заданном виде сигналов о пожаре, режимах работы системы, другой информации и выдачи сигналов на управление техническими средствами противопожарной защиты,

технологическим и другим оборудованием. Системы пожарной сигнализации являются одним из наиболее эффективных средств защиты людей и сохранения материальных ценностей от пожара». [12]

На участке механической обработки фланца горизонтально-фрезерного станка необходимо иметь такую систему для своевременного реагирования и обеспечения безопасности на машиностроительном предприятии.

«Общие требования пожарной безопасности присуще всем технологиям, регламентируются [27] и включают следующее: технологическое оборудование при нормальных режимах работы должно быть пожаробезопасным, а на случай опасных неисправностей и аварий необходимо предусматривать защитные меры, ограничивающие ущерб от пожара; оборудование должно устанавливаться и использоваться в соответствии с требованиями норм и правил пожарной безопасности, стандартов, технических условий и технологической схемой; Температура на наружной поверхности установок должна быть не более 80% температуры самовоспламенения веществ, обращающихся в технологическом процессе». [21]

В данном разделе нами проанализированы опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникать при работе на токарном и горизонтально-фрезерном станках изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка. Предложены меры по их уменьшению или исключению. Также в разделе сделаны предложения по снижению рисков возникновения пожара на машиностроительном предприятии.

6 Экономическая эффективность работы

«Современная рыночная экономика предъявляет все более высокие требования к качеству выпускаемой продукции. Конкурентоспособность продукции связана с двумя главнейшими показателями – уровнем цены и уровнем качества, соотношение «цена – качество» является необходимым условием сравнения образцов продукции и услуг. Вторым показателем – качество – становится главным для потребителя. Показатели производительности труда, трудоемкости, материалоемкости, фондоемкости, энергоемкости являются уже не отдельными категориями, а входят в комплексные показатели качества. Постоянное улучшение качества продукции при снижении себестоимости – характерная тенденция работы всех ведущих фирм мира». [15]

«Качество расценивается уже как главный элемент для авторитета фирмы и стабильности имиджа. Благодаря качеству увеличиваются прибыль, объем продаж и улучшается финансовое положение предприятия. Работы в области менеджмента качества становятся первоочередными для всего персонала предприятия или фирмы, от руководителя до конкретного исполнителя. Разработка экономико-управленческих методик учета и анализа затрат на качество, оценка конкурентоспособности и технико-экономического уровня выпускаемой продукции, влияния мероприятий по повышению качества на экономические показатели предприятия, сравнение показателей новой продукции с аналогами ранее выпускаемой – это задачи сегодняшнего дня. И одна из важных и интересных задач современного производства – развитие стандартизации». [15]

«Технико-экономические основы стандартизации заключаются во-первых, в оценке эффективности от мероприятий по стандартизации и, во-вторых, в экономической оптимизации – минимизации затрат при использовании теоретических основ стандартизации – унификации, агрегатировании, комплексной и перспективной стандартизации и т.п.». [15]

«Технико-экономические аспекты метрологии являются особым звеном в изучаемом предмете, так как только специалисты, понимающие сущность процесса измерений, могут найти потери, которые всегда сопутствуют данному процессу. Причем эти потери носят различный характер, зависят от погрешности измерений, характеристик рассеяния исследуемого процесса, допускаемых границ и многих других факторов». [15]

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 7.

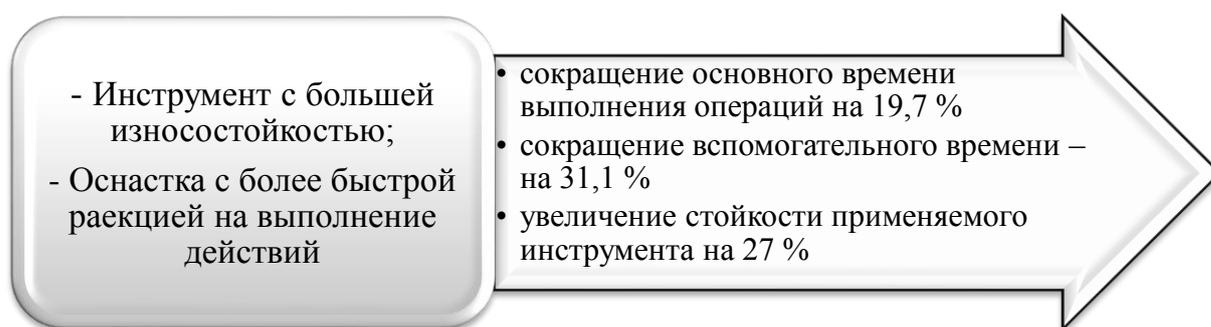


Рисунок 7 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 7, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного

подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 8.

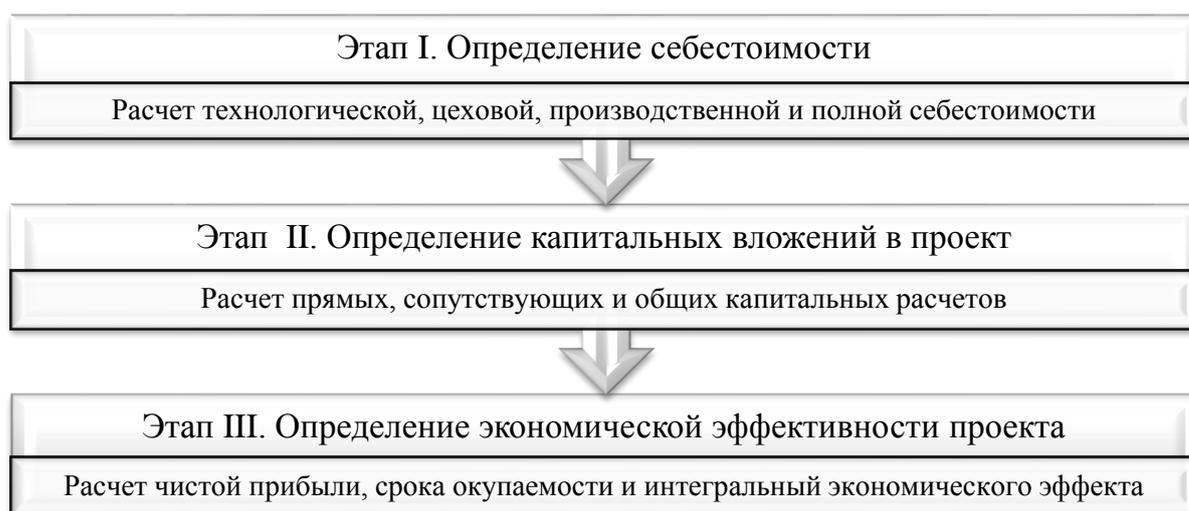


Рисунок 8 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 8 расчеты и методики для их проведения [15] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления фланца двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 9.

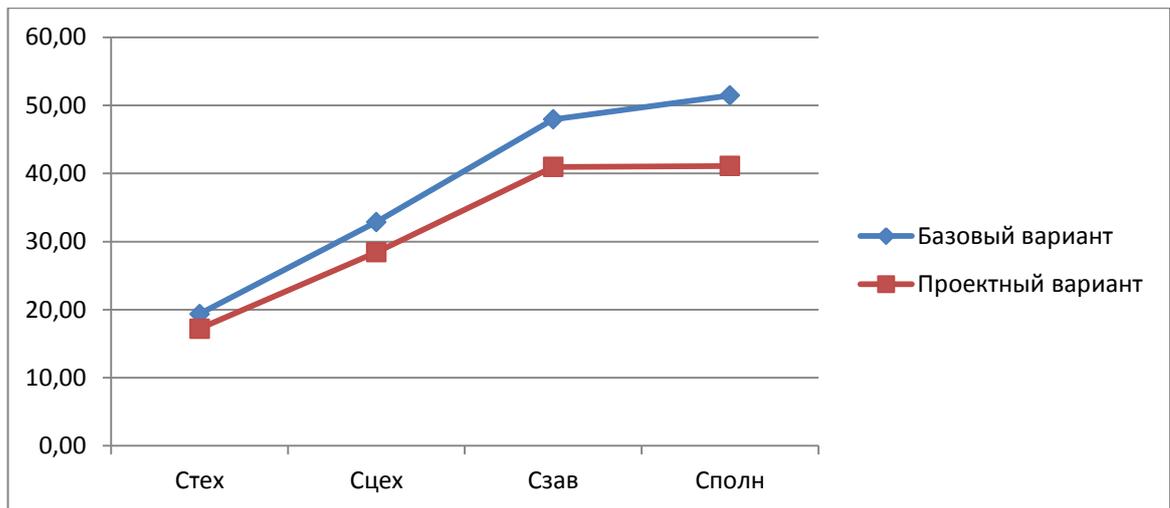


Рисунок 9 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 9 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство фланца после предложенных совершенствований на 18,15 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 10.

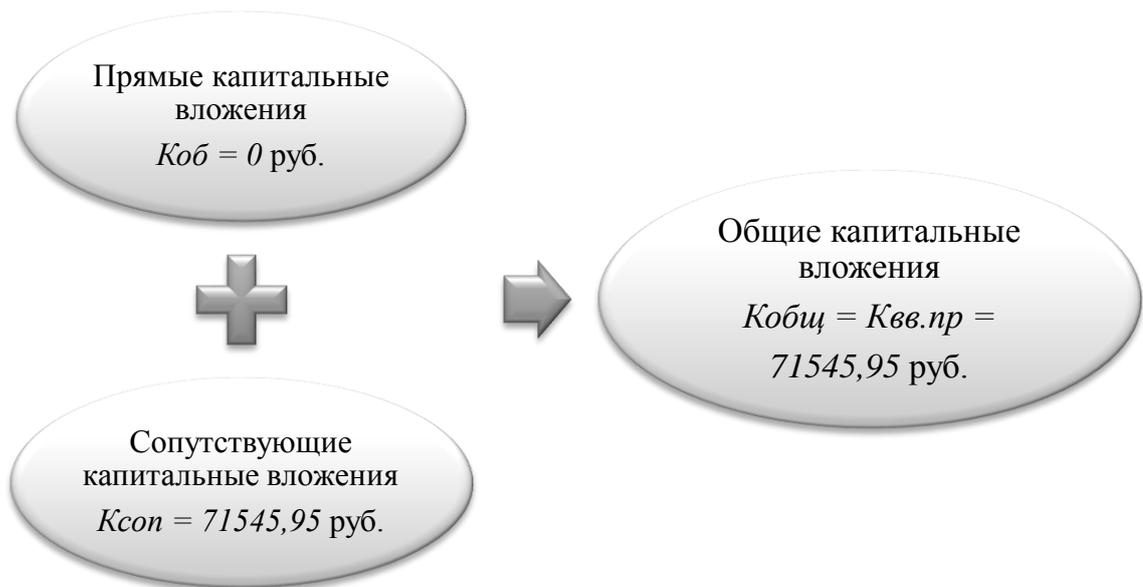


Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

«Технико-экономические аспекты метрологии являются особым звеном в изучаемом предмете, так как только специалисты, понимающие сущность процесса измерений, могут найти потери, которые всегда сопутствуют данному процессу. Причем эти потери носят различный характер, зависят от погрешности измерений, характеристик рассеяния исследуемого процесса, допускаемых границ и многих других факторов». [15]

«Сертификация как первостепенная мера обеспечения безопасности потребителя от приобретения товара ненадлежащего качества также требует оценки затрат на осуществление организационных, оценочных и контрольных мероприятий. Многие расчеты по стоимости сертификации приведены в нормативных документах, надо только уметь правильно ими воспользоваться». [15]

«Актуальность изучения экономики качества, стандартизации и сертификации диктуется потребностями рыночной экономики, в условиях которой успешная деятельность предприятия основывается на конкурентоспособности и экономической выгоде выпускаемой продукции». [15]

Из рисунка 10 видно, что совершенствование технологического процесса не предполагает затраты в основное оборудование (K_{OB}), т.к. оно не меняется. Основные затраты приходятся на сопутствующие капитальные вложения ($K_{СОП}$), которые учитывают такие затраты как:

- затраты на проектирование – $Z_{ПР} = 64034,23$ руб.;
- затраты на оснастку – $K_{ПР} = 2116,21$ руб.;
- затраты на инструмент – $K_{И} = 5342,34$ руб.;
- оборотные средства в незавершенном производстве – $НЗП = 52,13$ руб.

Поэтому в предложенном проекте общие капитальные вложения или капитальные вложения в проект ($K_{ВВ.ПР}$) совпадают с величиной сопутствующих капитальных вложений.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности

проекта представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 11, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, т. к. это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 13914,1 руб.

Заключение

В результате выполнения работы нами был спроектирован технологический процесс изготовления фланца горизонтально-фрезерного станка заданного качества с минимальной себестоимостью, согласно заданной годовой программы выпуска, что отвечает цели.

Вначале нами проанализирована конструкция фланца горизонтально-фрезерного станка, а также конструкция горизонтально-фрезерного станка, куда входит данная деталь. Также проанализирован материал, из которого изготавливается фланец привода станка. Рассмотрены его характеристики и химический состав. Также была проанализирована технологичность конструкции фланца.

В технологической части работы нами выполнен анализ типа применяемого машиностроительного производства и принят среднесерийный тип производства, также описаны основные характеристики среднесерийного машиностроительного производства. Далее проведено технико-экономическое сравнение двух наиболее подходящих методов получения заготовки для фланца и выбрана штамповка. Для изготовления каждой поверхности фланца выбраны методы механической обработки. На обработку самой точной поверхности в работе рассчитаны припуски. Далее был спроектирован технологический процесс и определены режимы резания на токарную 015 и фрезерную 025 операции.

Для базирования заготовки на токарной 015 операции разработана конструкция токарного патрона, имеющего автоматизированный привод, что в отличие от базового варианта техпроцесса сокращает вспомогательное операционное время и дает экономическую выгоду.

Для обработки центрального отверстия фланца на фрезерной 025 операции нами разработана конструкция дисковой фрезы.

Работа содержит анализ безопасности и экологичности. Экономические расчеты показывают выгоду принятых инженерных решений.

Список используемой литературы

1. Ашихмин В.Н. Размерный анализ технологических процессов : практикум. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – 60 с.
2. Балла О.М. Инструментообеспечение современных станков с ЧПУ : учебное пособие для вузов / О.М. Балла. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 200 с.
3. Бойко А.Ф. Проектирование машиностроительных цехов и участков : учеб. пособие / А.Ф. Бойко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, М.Н. Воронкова. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 264 с.
4. Вдовин К.Н. Непрерывная разливка сталей : монография / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, И.М. Ячиков. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 732 с.
5. 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.
6. ГОСТ 12.4.252-2013. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытания. – 15 с.
7. ГОСТ 12.4.296-2015. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Респираторы фильтрующие. Общие технические условия. – 11 с.
8. ГОСТ 22270-2018. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения. – 28 с.
9. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. – 53 с.
10. ГОСТ EN 12840-2011. Станки токарные с ручным управлением, оснащенные и не оснащенные автоматизированной системой управления. – 59 с.
11. ГОСТ Р 12.4.013-97. Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Общие технические условия. – 16 с.

12. ГОСТ Р 59638-2021. Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. – 24 с.
13. Клепиков В.В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления : учебное пособие / В.В. Клепиков. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 345 с.
14. 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.
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. Кузнецов А. П. Тепловые процессы в металлорежущих станках / А. П. Кузнецов. — Москва : Техносфера, 2019. — 488 с.
17. Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства : учебное пособие / С.В. Петухов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 352 с.
18. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
19. Рыжкин А.А. Оптимизация режима резания при лезвийной обработке : учеб. пособие / А.А. Рыжкин, Д.В. Моисеев, А.И. Боков и др. ; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2017. – 34 с.
20. Семакина О.К. Технология химического машиностроения : учебное пособие / О.К. Семакина ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 144 с.
21. Семенов В.В. Охрана труда и пожарная безопасность технологических процессов : учебное пособие для вузов / В.В. Семенов, А.А. Петручик, Г.К. Ивахнюк. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 268 с.

22. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты : учебное пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 415 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. 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.
25. Тюняев А.В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали : Учебно-методическое пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 192 с.
26. Угарова Л.А. Охрана труда : электронное учебно-методическое пособие для студентов очной формы обучения / Л.А. Угарова, Л.Н. Горина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017. – 241 с.
27. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
28. 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.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дробл.	Взам.	Подп.													
			ТГУ Кафедра ОТМП												
			Фланец												
			ИОТ 35 ГОСТ 1050-2013												
М01	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КММ	Код эскиза/обл.	Профиль и размеры	КД	МЗ					
М02	166	3,5	1	0,56	41211Х	φ238х36	1	6,25							
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СУ	проф.	Р	УТ	КР	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А03	XX XX XX	000	4280	Заготовительная	XXXXX	ИОТ	ИЗ7.101.XXXX-XX								
Б04	ГКШП														
05															
А06	XX XX XX	005	4112	Токарная черновая	ИОТ	ИЗ7.101.XXXX-XX									
Б07	38.18.25	XXXX	SAMAT-400XC	Токарный	2	18632	422	1P	1	1	1	100	1	16	123
0.08	Точить поверхность 5, выдерживая размер 18,3±0,215; точить поверхность 6, выдерживая размер φ184,6 _{0,016} ;														
0.09	точить поверхность 7, выдерживая размер 22,6 _{0,240} ; точить поверхность 8, выдерживая размер φ172,6 _{0,04} ;														
Т.10	точить поверхность 11, выдерживая размер 24±0,26; точить поверхность 12, выдерживая размер φ151 _{0,04} ;														
Т.11	396110 XXXX Патрон самоцента: XXXXX.XXXX цпир откидной: 392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6;														
12	393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1. 393120.XXXX Калибр-скоба: 393120.XXXX Калибр-пробка														
А.13															
Б.14	XX XX XX	010	4112	Токарная черновая	ИОТ	ИЗ7.101.XXXX-XX									
0.15	38.18.25	XXXX	SAMAT-400XC	Токарный	2	18632	422	1P	1	1	1	100	1	16	13
0.16	Точить поверхность 1, выдерживая размер 22,6 _{0,24} ; точить поверхность 2, выдерживая размер φ173,2 _{0,1} ;														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

		Лист 2													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа				
											КОВЛ	ЕН	ОП	Кшт	Гвоз
Б					Код, наименование обработки										
0.17					точить поверхность 3, выдерживая размер 18,5±0,2 ¹⁵ ; точить поверхность 4, выдерживая размер φ239 _{±0,15} .										
Т.18					396110.XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX Резец механич. Т15К6.										
Т.19					393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скоба										
20															
А.21					XX XX XX 015 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX										
Б.22					38.18.25 XXXX SAMAT-400XC Токарный 2 18632 422 1P 1 1 100 1 16 155										
0.23					Точить поверхность 5, выдерживая размер 18±0,2 ¹⁵ ; точить поверхность 6, выдерживая размер φ184 _{±0,15} .										
0.24					точить поверхность 7, выдерживая размер 22,3 _{±0,10} ; точить поверхность 8, выдерживая размер φ173,2 _{±0,1} .										
0.25					точить поверхность 12, выдерживая размер φ151,6 _{±0,1} ; выполнить фаску 1,5x4,5 ⁰ ; точить канавку (пов. 9, 10, 11), выдерживая размеры φ179 _{±0,1} .										
Т.27					396110.XXXX Патрон самоцентра.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6.										
Т.28					392104.XXXX Резец канавочн. Р6М5; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скоба;										
Т.29					393120.XXXX Калибр-продка.										
30															
А.31					XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX										
Б.32					38.18.25 XXXX SAMAT-400XC Токарный 2 18632 422 1P 1 1 100 1 16 170										
0.33					Точить поверхность 1, выдерживая размер 22 _{±0,1} ; точить поверхность 2, выдерживая размер φ172,6 _{±0,1} .										
0.34					точить поверхность 3, выдерживая размер 18,2±0,2 ¹⁵ ; точить поверхность 4, выдерживая размер φ238,4 _{±0,15} .										
0.35					точить канавку, выдерживая размеры 3, R1, R0,5, 4,5 ⁰ ; выполнить фаску 2x4,5 ⁰ .										
Т.36					396110.XXXX Патрон самоцентра.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6;										
Т.37					392104.XXXX Резец канавочн. Р6М5; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скоба.										
Т.38					393120.XXXX Калибр-продка.										
39															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Цех		Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		СМ		проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гвоз	Шп			
					Код, наименование обработки	Код, наименование операции															
<i>Лист 3</i>																					
А																					
Б																					
А.42	XX XX XX	025	4272	Фрезерная	ИОТ	ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ													1	16	0.80
Б.43	381631	ХХХХ	ХК6032	Фрезерный	2	18632 322 IP 1 1	1	100	1	16	0.80										
0.44	Фрезеровать поверхность 21, 22, выдерживая размер 105±0,435.																				
Т.45	396181.ХХХХ	Приспособление спец.: 391267.ХХХХ(2) Фреза дисковая Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0.05;																			
Т.46	393111	Калибр.																			
47																					
А.48	XX XX XX	030	4272	Сверлильная	ИОТ	ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ													1	16	4.98
Б.49	381631	ХХХХ	2P135Ф2-1	Вертикально-сверл.	2	18632 322 IP 1 1	1	100	1	16	4.98										
0.50	Сверлить шесть отверстий (поб. 18), выдерживая размеры $\phi 12^{+0,03}$, $60^{\circ} \pm 30'$, $\phi 204 \pm 0,575$; сверлить																				
0.51	шесть отверстий (поб. 19), выдерживая размеры $\phi 7^{+0,03}$, $60^{\circ} \pm 30'$, $\phi 204 \pm 0,575$; цековать шесть																				
0.52	отверстий (поб. 20), выдерживая размеры $8 \pm 0,18$, $60^{\circ} \pm 30'$, $\phi 204 \pm 0,575$; сверлить шесть отверстий																				
0.53	(поб. 16), выдерживая размеры $\phi 7^{+0,03}$, $60^{\circ} \pm 30'$, $\phi 162 \pm 0,5$; сверлить три отверстия (поб. 17),																				
0.54	выдерживая размеры $\phi 3,5^{+0,03}$, $120^{\circ} \pm 30'$, $\phi 162 \pm 0,5$; зенкеровать три отверстия (поб. 17), выдерживая																				
0.55	размеры $\phi 4^{+0,02}$, $120^{\circ} \pm 30'$, $\phi 162 \pm 0,5$.																				
Т.56	396181.ХХХХ	Приспособление спец.: 391267.ХХХХ Сверло спиральное $\phi 12$ Р6М5; 391267.ХХХХ Сверло																			
Т.57	спиральное $\phi 7$ Р6М5; 391267.ХХХХ Цековка $\phi 12$ Р6М5; 391267.ХХХХ Сверло спиральное $\phi 3,5$ Р6М5;																				
Т.58	391267.ХХХХ	Зенкер цилиндрический $\phi 3,5$ Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0.05; 393211 Угломер;																			
Т.59	393111(5)	Калибр-продка.																			
60																					
А.61	XX XX XX	035	4279	Долбежная	ИОТ	ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ													1	16	0.13
Б.62	381631	ХХХХ	7Д450	Долбежный	2	18632 322 IP 1 1	1	100	1	16	0.13										
0.63	Долбить поверхность 13, 15, выдерживая размеры $12^{+0,03}$, $90^{\circ} \pm 30'$; долбить поверхность 14, выдерживая																				
0.64	размеры $\phi 174^{+0,03}$, $90^{\circ} \pm 30'$.																				
МК																					

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	Тип	Титр
Т.69	396181.XXXX Приспособление спец.; 391267.XXXX Резец Р6М5; 3993111 ШЦ-И-100-0.05; 393211 Узломед;															
Т.70	393111 Калибр-прода.															
71																
А.72	XX XX XX 040 Термическая (закалка) ИОТ И37.101.70715-07.															
Б.73	ТВ4															
74																
А.75	XX XX XX 045 Внутршлифовальная черновая ИОТ И37.101.74.19.1-00.															
Б.76	381623 XXXX 3М225ВФ2 Внутршлифовальный 2 17001 422 1Р 1 1 100 1 10 0.59															
0.77	Шлифовать поверхность 8, выдерживая размер $\phi 1738^{+0,005}$; шлифовать поверхность 12, выдерживая размер $\phi 152^{+0,005}$.															
Т.78	39611X.XXXX Патрон мембранный; XXXXX.XXXX Упор откидной; 393120.XXXX Калибр-прода;															
Т.79	398110.XXXX Круг шлифовальный 150x30x50 14AF24K5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007; 393410.XXXX Микрометр.															
80																
А.81	XX XX XX 050 Торцекругшлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.															
Б.82	381623 XXXX ХШ4-104Ф20 Торцекругшлиф. 2 17001 422 1Р 1 1 100 1 10 0.90															
0.83	Шлифовать поверхность 4, выдерживая размер $\phi 238^{+0,005}$; шлифовать поверхность 3, выдерживая размер 18 ± 0.215 .															
0.84	шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\phi 172^{+0,005}$.															
Т.85	39611X.XXXX Патрон мембранный; 398110.XXXX Круг шлифовальный 1350x60x150 14AF24K5L7 30 м/с															
Т.86	ГОСТ Р 52781-2007; 393410 Микрометр; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба.															
87																
А.88	XX XX XX 055 Внутршлифовальная чистовая ИОТ И37.101.74.19.1-00.															
Б.89	381623 XXXX 3М225ВФ2 Внутршлифовальный 2 17001 422 1Р 1 1 100 1 10 0.59															
0.90	Шлифовать поверхность 8, выдерживая размер $\phi 174^{+0,040}$.															
Т.91	39611X.XXXX Патрон мембранный; XXXXX.XXXX Упор откидной; 393120.XXXX Калибр-прода;															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 5														
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код. наименование операции		СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа		
					Код.	наименование						КОМЛ	ЕН	ОП
Б	Код. наименование оборудования													
Т.94	398110.XXXXX Круг шлифовальный 150x30x50 14AF24k5L7 30 м/с 10СТ Р 52781-2007; 393410.XXXXX Микрометр.													
95														
А.96	XX XX XX 060 Круглошлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.													
Б.97	381623 XXXX 3M157Ф2 Круглошлифовальный 2 17001 422 1Р 1 1 1 100 1 10 0.27													
0.98	Шлифовать поверхность 2 выдерживая размер $\phi 172_{-0,003}^{+0,018}$.													
0.99	39611X.XXXX Патрон мембранный; 398110.XXXX Круг шлифовальный 1350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с													
Т.100	10СТ Р 52781-2007; 393120.XXXX(2) Калибр-скода; 393410.XXXX Микрометр.													
101														
А.102	XX XX XX 065 Маячная ИОТ ИЗ7.101.XXXX													
103														
А.104	XX XX XX 070 Контрольная ИОТ ИЗ7.101.XXXX													
105														
106														
107														
108														
109														
110														
111														
112														
113														
114														
115														
116														
МК														