

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 червяка горизонтально-фрезерного
станка

Обучающийся	<u>С.А. Милехин</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 червяка горизонтально-фрезерного станка.

Автор: Милехин Сергей Александрович.

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

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

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 червяка горизонтально-фрезерного станка. После этого спроектирован технологический процесс и рассчитаны режимы резания.

В третьей части работы нами спроектирована станочная технологическая оснастка на шпоночно-фрезерную операцию техпроцесса изготовления червяка горизонтально-фрезерного станка. Это приспособление имеет механизированный привод, что позволит сократить вспомогательное операционное время, затрачиваемое на зажим-разжим заготовки.

В четвертой части для шпоночно-фрезерной операции спроектирована шпоночная фреза, имеющая износостойкое покрытие.

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.....	9
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	10
2 Технологическая часть.....	12
2.1 Определение типа производства.....	12
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	13
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	13
2.4 Выбор методов обработки.....	16
2.5 Определение припусков.....	18
2.6 Расчет режимов резания.....	21
3 Проектирование приспособления.....	26
3.1 Общие сведения.....	26
3.2 Исходные данные.....	27
3.3 Силовой расчет.....	28
4 Проектирование режущего инструмента.....	31
4.1 Общие сведения.....	31
4.2 Проектирование шпоночной фрезы.....	32
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
6 Экономическая эффективность работы.....	40
Заключение.....	45
Список используемой литературы.....	46
Приложение А. Технологическая документация.....	49

Введение

Машиностроение является важной отраслью современной мировой промышленности. Она возникла более двухсот лет назад. От производства машиностроения зависят многие другие виды деятельности человечества, такие как сельское хозяйство, легкая промышленность, тяжелая промышленность и так далее. Машиностроение направлено на строительство объектов, которые упрощают труд рабочих и делают его более производительным.

Станкостроение является наиболее важной отраслью современной промышленности. Ведь для производства конкурентоспособной продукции на мировом рынке станочный парк промышленного предприятия должен постоянно совершенствоваться и обновляться.

Различают восемь групп металлорежущих станков. Одной из самых больших групп является фрезерная. Фрезерные станки – эта одна из самых групп металлорежущих станков. Фрезерные станки применяют для обработки различных плоскостей, пазов, канавок, фасонных поверхностей и так далее.

В горизонтально-фрезерных станках чаще всего имеется два привода, которые приводятся в движение от различных электродвигателей. В приводе подачи горизонтально-фрезерного станка имеется электродвигатель, который через коробку подачи передает движение на винтовые пары продольной, поперечной и вертикальной подачи.

Важным звеном привода подачи горизонтально-фрезерного станка является червяк, который воспринимает вращательный момент от цилиндрической шестерни привода и передает его на червячное колесо.

Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления червяка заданного качества с минимальными затратами на производство.

1 Анализ исходных данных

«Основой инновационно-технологического перевооружения должно стать масштабное обновление производственного аппарата, начиная с цепочек, обеспеченных спросом «машиностроение - ВПК» и «машиностроение – ТЭК». Здесь необходимо выделить исключительную роль сердцевинных отраслей машиностроения – станкоинструментальной промышленности, электротехнической промышленности и приборостроения. Без позитивного изменения качества производственных технологий в этих отраслях невозможно устойчивое, долговременное инновационное развитие машиностроения в целом и взаимосвязанных с ним отраслей, поставляющих в машиностроение ресурсы и закупающих у него продукцию». [27]

«Развитие высокотехнологичного станкостроения также является необходимым условием технологической безопасности. Это связано с особенностями функционирования мирового рынка высокотехнологичного станочного оборудования, так как эта продукция относится к технологиям двойного назначения, и ее оборот на мировом рынке связан с системой ограничений по целям использования. Это обстоятельство существенно снижает эффективность создания совместных с иностранными компаниями сборочных станкостроительных предприятий. Металлообрабатывающее оборудование двойного назначения, поставляемое из стран Западной Европы, США и Японии, оснащено специальными датчиками, позволяющими следить за его перемещением. Импортные компоненты производства, используемые в отечественном станкостроении, также относятся к технологиям двойного назначения. Напряженность ситуации, связанной с импортом станков, усугубляется тем, что до 70% компонентов, используемых при производстве в отечественном станкостроении, приобретается за рубежом» [27]

«Использование значительного объема импортных компонентов производства связано с рядом факторов, негативно влияющих на эффективность функционирования предприятий: - использование в

производстве импортных компонентов снижает рентабельность станкостроительных предприятий; - рост импорта компонентов производства снижает межотраслевую эффективность и препятствует развитию структурообразующих отраслей машиностроения». [27]

«Повышение конкурентоспособности на внутреннем рынке, обеспечение интенсивного импортозамещения в сегментах рынка обрабатывающих центров и станков с ЧПУ – необходимое условие развития российского станкостроения. Замещение импортного оборудования на внутреннем рынке - это не только фактор развития структурообразующей отрасли машиностроения, но и необходимость повышения уровня технологической безопасности». [27]

1.1 Назначение и условия работы детали

Консольный горизонтально-фрезерный станок имеет привод главного движения (коробка скоростей и электродвигатель), которым является вращение фрезы или набора фрез, также имеется привод подач (коробка подач и электродвигатель), включающий в себя приводы продольной, поперечной и вертикальной подачи.

Важным звеном привода подач консольного горизонтально-фрезерного станка является червяк (рисунок 1), который воспринимает вращательный момент от цилиндрической шестерни привода и передает его на червячное колесо.

Консольно-фрезерный станок состоит из основания 1, стойки 2, в которой располагается коробка скоростей, хобот 3 с серьгой 4, являющейся дополнительной опорой при установке оправки с набором фрез, стола 5, на котором закрепляется обрабатываемая заготовка с приспособлением, а также консоли 6, в которой располагается коробка подач станка.

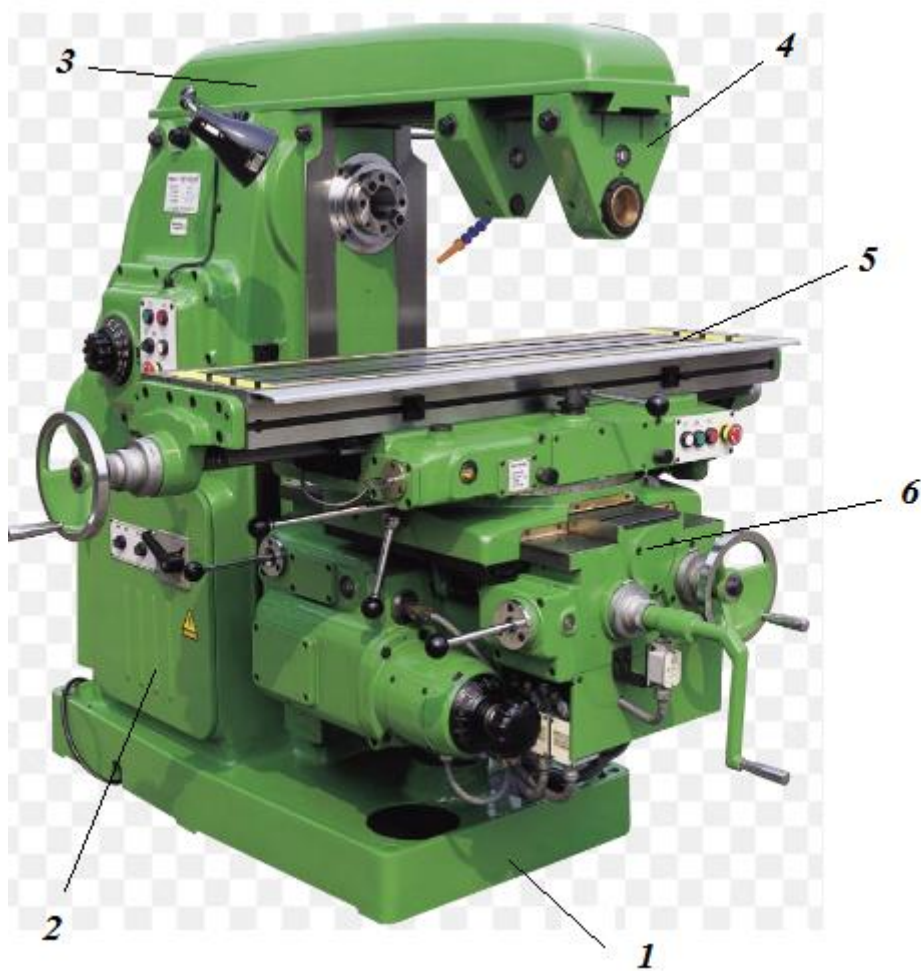


Рисунок 1 – Консольный горизонтально-фрезерный станок

«Червячная передача используется для передачи вращательного движения между скрещивающимися валами. Угол скрещивания может быть произвольным, чаще он составляет 90° . Основными элементами червячной передачи являются червяк (как правило – ведущий) и червячное колесо. Различают цилиндрическую червячную передачу и глобоидную передачу. Последняя – это передача, у которой делительная поверхность червяка образована вращением вокруг оси червяка вогнутого отрезка дуги парного червячного колеса, лежащей в плоскости его торцового сечения. Межосевая линия передачи делит эту дугу пополам, а делительная поверхность червячного колеса – цилиндрическая». [26]

«Цилиндрическая червячная передача – это такая, у червяка и колеса которой делительные и начальные поверхности цилиндрические. В сравнении с зубчатой, червячная передача имеет следующие преимущества: высокую плавность работы, бесшумность, возможность реализации больших передаточных чисел, возможность самоторможения. К недостаткам червячной передачи следует отнести – необходимость применения для червячного колеса дорогих антифрикционных сплавов на основе меди и пониженный КПД, вследствие чего в зацеплении при работе выделяется тепло, которое иногда необходимо отводить путем искусственного охлаждения или проектировать передачу больших размеров, чем требуется из условий прочности.» [26]

«Пониженное значение КПД при малых передаваемых мощностях слабо сказывается на теплонапряженности передач, но уже в средних мощностях затраты на обеспечение работоспособности передачи возрастают, червячная передача становится экономически невыгодной в сравнении с зубчатой. В связи с этим червячные передачи применяют обычно до передаваемых мощностей не выше 50 кВт, в редких особых случаях до 100...150 кВт». [26]

«Червяки могут выполняться с линейчатой винтовой поверхностью и с нелинейчатой. Линейчатые винтовые поверхности образуются винтовым движением прямой линии, нелинейчатые – винтовыми движениями любой заданной кривой (в отличие от линейчатых они ни в одном из сечений не имеют прямых линий). Наибольшее применение на практике нашли линейчатые винтовые поверхности как наиболее технологичные в изготовлении. Применяют три вида таких поверхностей червяков: архимедова, эвольвентная и конволютная. Эти же названия червяки получили по виду кривых, получающихся в сечении червяка плоскостью, перпендикулярной его оси» В соответствии с ГОСТ 18498-73 в документации их обозначают: архимедов червяк – ZA, эвольвентный – ZI и ZN». [26]

«Все линейчатые червяки обладают примерно одинаковой нагрузочной способностью. Предпочтение поэтому следует отдавать тому виду червяка, который в большей мере для заданных производственных условий отвечает требованиям точности изготовления и экономичности. Нагрузочная способность и долговечность червячной передачи также зависят от твердости рабочих поверхностей червяка, точности и качества их обработки. Червяки делятся на термообрабатываемые (с твердостью рабочих поверхностей, превышающих 50 HRC) и улучшаемые (термообрабатываемые в заготовке с твердостью 32...42 HRC). Улучшаемые червяки в индивидуальном производстве изготавливают на универсальных токарных станках, а при серийном и массовом производстве – вихревым методом (фасонным резцом на оправке – «летучкой») или методом пластической деформации. [26]

«Червяки, выполненные холодным накатыванием, имеют высокое качество поверхностей ($R_z \leq 0,63$ мкм) и незначительные деформации, поэтому их используют без дальнейшей механической обработки поверхностей витков. Крупномодульные червяки ($m > 4$ мм), изготовленные методом горячей накатки, имеют шероховатость рабочих поверхностей $R_z > 16$ мкм и значительные погрешности профиля и радиального биения». [26]

1.2 Классификация поверхностей детали

Для проведения классификации поверхностей обозначим каждую поверхность червяка и представим это на рисунке 2.

Исполнительными такие являются поверхности червяка, как стороны шпоночного паза 16, 18, воспринимающие вращательный момент от зубчатого колеса, а также стороны резьбы червяка, передающие этот момент на червячное колесо, которое является еще одним компонентом этой кинематической пары.

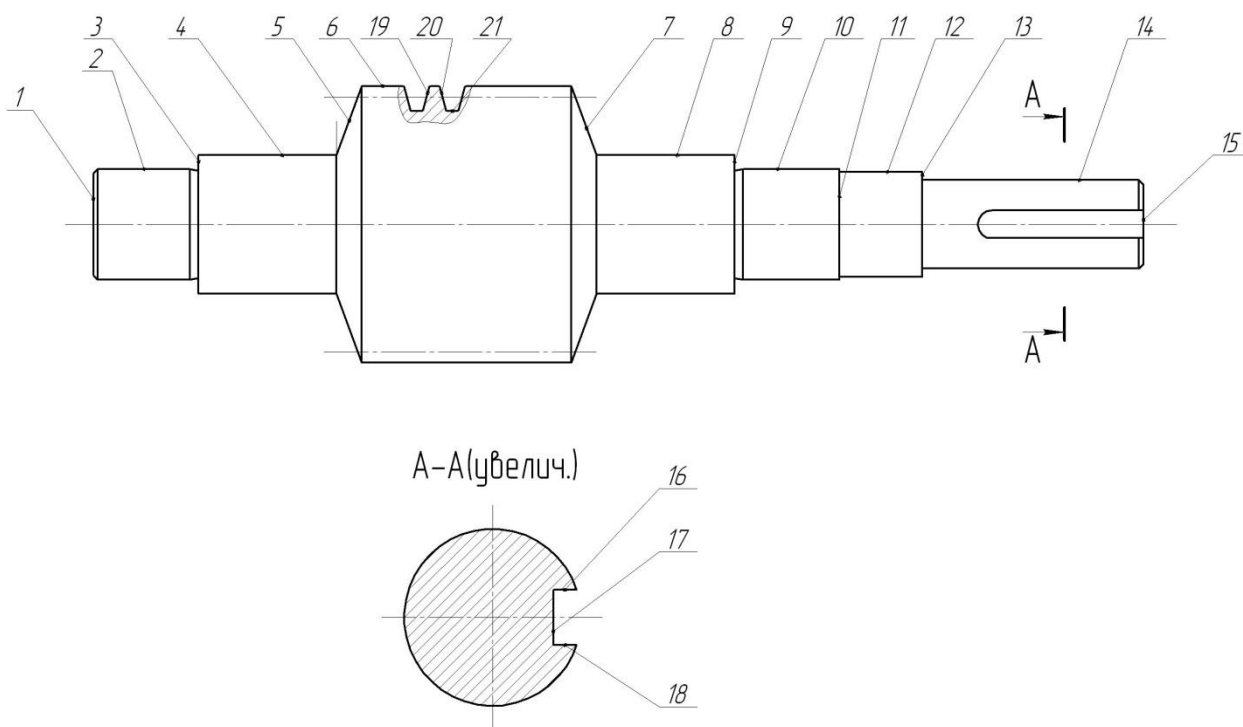


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Основными конструкторскими базами являются поверхности червяка, как цилиндрические поверхности 2, 10, а также торцовая поверхность 9.

Вспомогательной конструкторской базой является поверхность 17.

Остальные поверхности детали - свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом червяка является сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [8], которая содержит около 0,40% углерода (С) и примерно 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

σ_B , МПа	НВ	σ_T , МПа	ψ , %	δ_5 , %
530	157...260	275	32	15

«Исходя из структуры, получаемой после охлаждения на воздухе небольших образцов, нагретых до температуры 900°С, различают следующие классы легированных сталей: перлитный, бейнитный, мартенситный, ферритный, аустенитный и карбидный (ледебуритный). Стали перлитного и бейнитного класса содержат сравнительно небольшое количество легирующих элементов; мартенситные – больше, а ферритные, аустенитные и карбидные – еще большее количество легирующих элементов». [22]

«Среди большого многообразия мотивов можно выделить четыре основных группы целей легирования: - достижение мелкозернистой структуры для повышения механических свойств (прочности, твердости, пластичности, вязкости); - достижение специальных свойств (коррозионной стойкости, кислотоупорности, жаростойкости или жаропрочности, высокого электросопротивления, определенного коэффициента линейного расширения, особых магнитных свойств и так далее); - достижение лучших технологических свойств (обрабатываемости резанием, жидкотекучести, свариваемости и так далее); - увеличение прокаливаемости (уменьшение критической скорости закалки) с целью снижения закалочных напряжений, а следовательно, снижения вероятности растрескивания и коробления закаливаемых деталей». [22]

Конструкция червяка такова, что в ней отсутствуют труднодоступные для обрабатываемости и измерения поверхности. Имеются специальные канавки для выхода режущего инструмента. Имеются центровые отверстия для возможности обработки этой детали типа «вал» в центрах. Таким образом, можно сделать заключение о достаточно хорошей технологичности конструкции червяка.

Выполнив анализ исходных данных перейдем к технологической части.

2 Технологическая часть

«Предметом исследования и разработки в технологии машиностроения являются виды обработки, выбор заготовок, качество обрабатываемых поверхностей, точность обработки и припуски на нее, базирование заготовок; способы механической обработки – плоских, цилиндрических, сложнопрофильных и других; методы изготовления типовых деталей – корпусов, валов, зубчатых колес и других; процессы сборки (характер соединения деталей и узлов, принципы механизации и автоматизации сборочных работ); конструирование приспособлений». [13]

2.1 Определение типа производства

«Тип производства определяется в зависимости от номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. В соответствии с ГОСТ 14.004-83 различают три типа производства: единичное, серийное и массовое». [18]

Тип производства выберем на основе двух параметров: масса червяка горизонтально-фрезерного станка $m = 7,55$ кг и годовая программа выпуска $N = 5000$ штук. Исходя из этих данных [18], принимаем среднесерийный тип производства.

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями (сериями) и сравнительно большим объемом-- выпуска. Объем выпуска предприятия серийного производства колеблется от десятков и сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий. В зависимости от количества изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Однако такое деление является условным, так как производство изделий различных размеров, сложности и

трудоемкости и при одном и том же количестве в партии может быть отнесено к разным видам серийности». [18]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Производством серийного производства являются машины установившегося типа (металлорежущие станки, насосы, компрессоры, авиационные двигатели и т.д.), выпускаемые в значительных количествах, но в различных модификациях. Также серийным является производство подшипников, редукторов, гидроцилиндров и прочих изделий, являющихся комплектующими для широкой гаммы машин различного назначения. Возрастание конкуренции на рынках машиностроительной продукции вызывает необходимость расширения номенклатуры выпускаемых изделий и комплектующих, что, в свою очередь, способствует дальнейшему возрастанию доли серийного производства». [23]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Процессы получения деформируемых заготовок независимо от их формы, габаритов и массы должны быть неподвижными, высокопроизводительными, нетрудоёмкими и обеспечивать снижение себестоимости, повышение качества и точности готово продукции. Для изготовления поковок или штамповок нередко достаточен только один способ, например ковка или горячая объемная штамповка на прессах. Но иногда необходимо применять несколько способов в определенном сочетании одного с другим, например ковка и горячая объемная штамповка на молоте или ковка в ковочных вальцах и горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах. Такие технологические процессы называют комбинированными». [16]

«Для мелкосерийного и единичного производства наиболее экономичнаяковка, при крупносерийном и серийном производстве единственно целесообразным способом является штамповка, иногда, в отдельных случаях, организация автоматических линий с использованием специализированного оборудования». [16]

Проведем сравнительный расчет двух методов получения заготовки – это штамповка [9] и прокат [7].

При штамповке масса заготовки будет равна 10,5 кг, а при прокате 26,1 кг.

Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке [14].

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

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

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

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой. [14]

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

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

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

где $Q_{ум} = 10,5; q = 7,55$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [14]}$$

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 10,5 + 0,6578(10,5 - 7,55) - (10,5 - 7,55)0,0144 = 4,7489 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [14].

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

где $Q_{пр} = 26,1; q = 7,55$ кг;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [14]}$$

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 26,1 + 0,6578(26,1 - 7,55) - (26,1 - 7,55)0,0144 = 15,1167 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

Рассчитаем коэффициент использования материала

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

$$K_{им} = \frac{7,55}{10,5} = 0,72.$$

Это значение соответствует среднесерийному производству.

Основные параметры штампованной заготовки (размеры, припуски и кузнечные напуски) примем, согласно государственному стандарту [9].

2.4 Выбор методов обработки

«Перед разработкой маршрута обработки детали намечают (или уточняют) технологические операции (без подробной проработки их содержания). Предварительно объединяют те переходы на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке. Во время обработки тяжелых заготовок следует сокращать число их перестановок со станка на станок, что также сказывается на содержании операций. При составлении маршрута обработки заготовки по отдельным операциям устанавливают также тип станков и другого технологического оборудования, их характеристики, размеры. Модели уточняют и корректируют при детальной проработке технологических операций. Разрабатывая технологический маршрут, ориентируются на типовые технологические процессы обработки деталей данного типа». [19]

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=12,5$) поверхностей 1, 15, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: центральная-подрезная операция.

Согласно необходимым качеству точности (IT6), формы и шероховатости ($Ra=0,4$) поверхностей 2, 10, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование и полирование.

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=12,5$) поверхностей 3, 5, 7, 11, 13, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=3,2$) поверхностей 4, 8, обозначенным на чертеже

червяка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимым качеству точности (IT9), формы и шероховатости ($Ra=3,2$) поверхности 6, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=0,8$) поверхности 9, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Согласно необходимым качеству точности (IT11), формы и шероховатости ($Ra=12,5$) поверхности 12, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимым качеству точности (IT8), формы и шероховатости ($Ra=1,6$) поверхности 14, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение, черновое шлифование.

Согласно необходимым качеству точности (IT9), формы и шероховатости ($Ra=3,2$) поверхностей 16, 18, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: шпоночное фрезерование.

Согласно необходимым качеству точности (IT12), формы и шероховатости ($Ra=12,5$) поверхности 17, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этой поверхности: шпоночное фрезерование.

Согласно необходимым качеству точности (IT7), формы и шероховатости ($Ra=0,8$) поверхностей 19, 21, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этих поверхностей: фрезерование резьбы, шлифование резьбы.

Согласно необходимому качеству точности (IT12), формы и шероховатости ($Ra=12,5$) поверхности 20, обозначенным на чертеже червяка, примем следующие методы для обработки этой поверхности: фрезерование резьбы.

2.5 Определение припусков

«Определение припусков необходимо, чтобы рассчитать и запланировать размеры при изготовлении заготовки с учетом предстоящего снятия металла при изготовлении детали в соответствии с требованиями чертежа. Припуски на механическую обработку определяются нормативно-аналитическим и опытно-статистическим методами. Расчет припусков и назначение их по таблицам следует производить после отработки конструкции детали и заготовки на технологичность и технико-экономического обоснования метода изготовления заготовки». [15]

«Припуск определяется для наиболее точных поверхностей заготовки, расположенных по двум-трем координатам, которые изготавливаются в заготовке. Для вычисления операционных припусков необходимо знать все несовершенства заготовки, которые надо устранить при изготовлении детали. По всему составу переходов надо знать среднеарифметическую высоту профиля микронеровностей, толщину дефектного слоя, погрешности формы и расположения заготовки, погрешности базирования, установка и закрепления заготовки». [15]

«Припуск на механическую обработку – это слой металла, удаляемый с поверхности заготовки с целью получения требуемых по чертежу формы и размеров детали. Припуски назначают только на те поверхности, требуемые форма и точность размеров которых не могут быть достигнуты принятым способом получения заготовки». [15]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 2 с параметрами

$\varnothing 40k6_{+0,002}^{+0,018}$ мм, $L = 34$ мм, $Ra = 0,4$ мкм.

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей
(мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td. \quad [2] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,5 = 0,625.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,25 = 0,063.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016.$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

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

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). \quad [2] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,625^2 + 0,025^2} = 1,025.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,060.$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,025 + \sqrt{0,004^2 + 0} = 0,029.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 1,025 + 0,5(2,500 + 0,250) = 2,400.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,125 + 0,5(0,062 + 0,039) = 0,176.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,016) = 0,088.$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,029 + 0,5(0,016 + 0,016) = 0,045.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 40,002.$$

$$d_{5\max} = 40,018.$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 40,018 + 2 \cdot 0,029 = 40,076.$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 40,076 + 0,016 = 40,092.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 40,092 + 2 \cdot 0,060 = 40,212.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 40,212 + 0,016 = 40,228.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 40,228 + 2 \cdot 0,125 = 40,478.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 40,478 + 0,100 = 40,578.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 40,578 \cdot 0,999 = 40,537.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 40,537 + 0,062 = 40,599.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 40,599 + 2 \cdot 0,263 = 41,125.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 41,125 + 0,250 = 41,375.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 41,375 + 2 \cdot 1,025 = 43,425.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 43,425 + 2,500 = 45,925.$$

Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(45,925 + 43,425) = 44,675.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(41,375 + 41,125) = 41,250.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(40,599 + 40,537) = 40,568.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(40,478 + 40,578) = 40,528.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3max} + d_{3min}) = 0,5(40,228 + 40,212) = 40,220.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4max} + d_{4min}) = 0,5(40,092 + 40,076) = 40,084.$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5max} + d_{5min}) = 0,5(40,018 + 40,002) = 40,010.$$

Определим общий припуск на обработку (мм)

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

$$2Z_{min} = 43,425 - 40,010 = 3,415.$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (11)$$

$$2Z_{max} = 3,415 + 2,5 + 0,016 = 5,931.$$

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

$$2Z_{cp} = 0,5(5,931 + 3,415) = 4,673.$$

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

2.6 Расчет режимов резания

«Назначение режимов резания является важным элементом при разработке технологических процессов изготовления или ремонта деталей на металлорежущих станках, причем самой распространенной является обработка на токарных станках». [21]

«Глубину резания t следует брать равной припуску на обработку для данной операции. Если припуск нельзя снять за один рабочий ход, то число проходов должно быть возможно меньшим». [21]

«При чистовой обработке глубина резания зависит от требуемых точности и шероховатости обработанной поверхности. При параметре шероховатости поверхности до $R_z = 20$ мкм включительно глубина резания рекомендуется 0,5-2 мм, при $R_z < 0,8$ мкм – 0,1-0,4 мм». [21]

«При черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из прочности и жесткости системы «станок-приспособление-инструмент-деталь», мощности привода станка и других ограничивающих факторов. При чистовой обработке подачу выбирают в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности». [21]

2.6.1 Расчет режимов резания на операцию 025.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,8$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (13)$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180$. [20]

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 32,6} = 1758,4 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (15)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 32,6 \cdot 1600}{1000} = 163,8 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad (16)$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1600 = 480 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S}. \quad (17)$$

$$T_0 = \frac{3}{480} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 0,8$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 100} = 573,2 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 500}{1000} = 157,0 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 500 = 150 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{198}{150} = 1,32 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 1,32 = 1,33, \text{ мин.}$$

2.6.2 Расчет режимов резания на операцию 030.

Глубина резания $t = 5,0$. [20]

Подача $S_z = 0,025$. [20]

Подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_z \cdot z. \quad (18)$$

$$S_0 = 0,025 \cdot 2 = 0,05 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_v D^q K_v}{T^m t^x S_0^y}, \quad (19)$$

где $D = 10$; $C_v = 7$; $q = 0,4$; $x = 0$; $y = 0,7$; $m = 0,2$; $T = 30$. [20]

«Общий поправочный коэффициент K_v представляет собой произведение отдельных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на скорость резания». [21]

$$K_v = K_{MV} K_{UV} K_{LV}, \quad (20)$$

где $K_{MV} = 1,0$; $K_{UV} = 0,5$; $K_{LV} = 1,0$. [20]

$$K_v = 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 10^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 5^0 \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 0,5 = 36,3 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 36,3}{3,14 \cdot 10} = 1156 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 31,4 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,05 \cdot 1000 = 50 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S}. \quad (21)$$

где $n_{отв} = 1; L_{px} = 60$.

$$T_0 = \frac{1 \cdot 60}{50} = 1,20 \text{ мин.}$$

Найденные значения режимов резания занесем в карты технологических наладок, представленные в графической части, а также в технологическую документацию, представленную в приложении А.

3 Проектирование приспособления

3.1 Общие сведения

«Шпоночные пазы валов обрабатывают концевыми (пальцевыми) фрезами. При этом технологическими базами служат центровые отверстия при установке заготовки в центрах или наружные цилиндрические поверхности вала, которыми заготовка устанавливается на призмы приспособления и ориентируется в осевом направлении одним из концов или торцом одной из ступеней. Фрезерование шпоночных пазов осуществляется в несколько проходов, причем за один проход снимается припуск $t = 0,2 \dots 0,3$ мм. Установка вала в центрах или самоцентрирующих тисках обеспечивает минимальную погрешность базирования. Несквозные шпоночные пазы обрабатывают на шпоночно-фрезерных полуавтоматах или фрезерных станках концевыми (шпоночными) фрезами». [24]

«В современном производстве шпоночные пазы фрезеруют на токарных станках с ЧПУ, обрабатывающих центрах, оснащенных револьверными головками с приводным вращающимся инструментом, на которых ранее выполнялись токарные операции формообразования вала (рисунок 3)». [24]

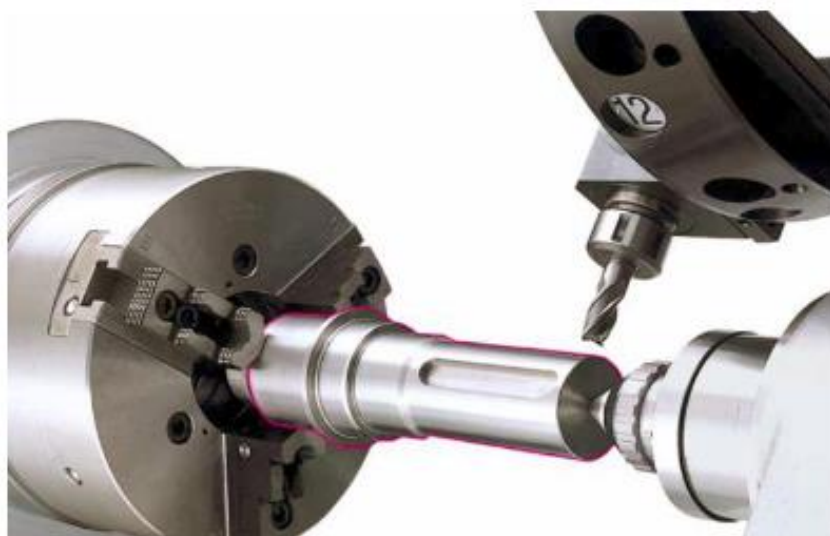


Рисунок 3 – Обработка шпоночного паза на токарном станке

В нашем случае фрезерование шпоночного паза ведется на шпоночно-фрезерном станке при базировании заготовки по наружным цилиндрическим поверхностям и упоре в торец одной из ступеней.

3.2 Исходные данные

Схема фрезерования шпоночного паза на операции 030 представлена на рисунке 4.

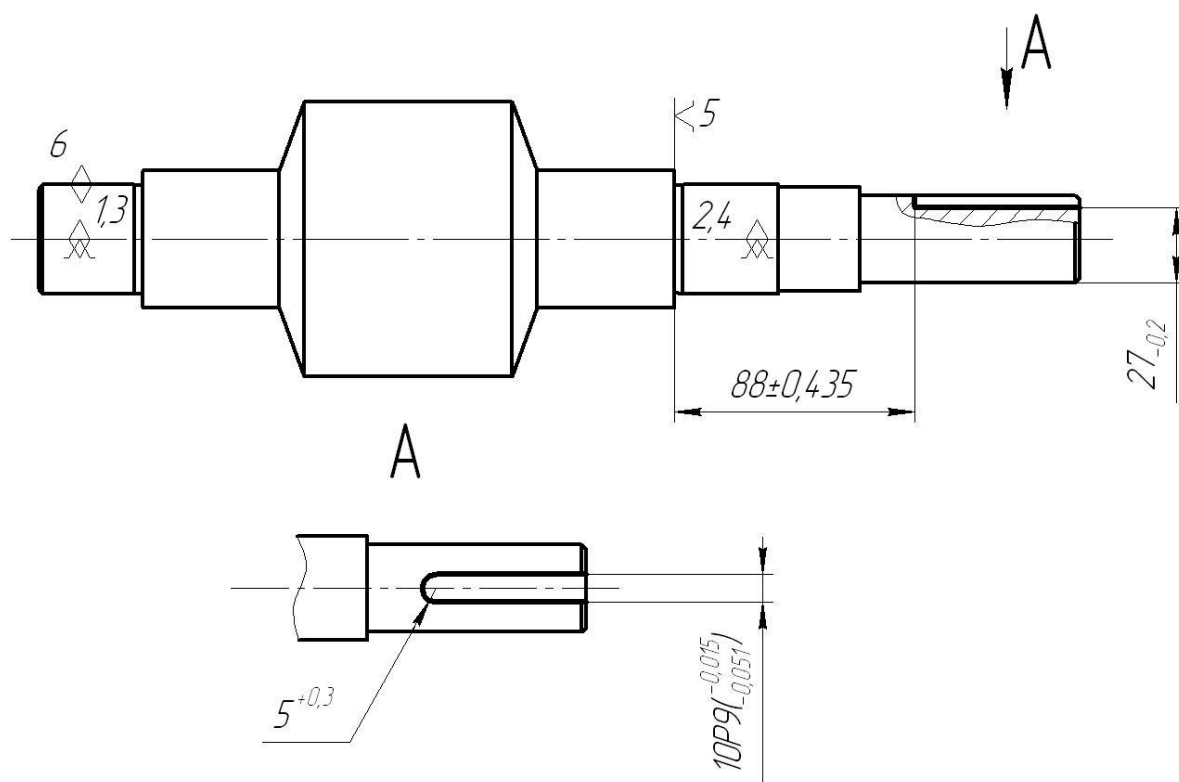


Рисунок 4 - Схема операции 030

Режимы обработки на этой операции были рассчитаны ранее. Сведем их в таблицу 2.

Таблица 2 – Режимы резания операции 030

Подача S_0 , мм/об	Глубина резания t , мм	Скорость резания V , м/мин
0,05	5,0	31,4

Эти параметры являются основными при расчете сил резания.

3.3 Силовой расчет

Определим силу P_x

$$P_x = C_p t^{x_p} s^{y_p} B^z D^q, \quad (22)$$

где $C_p = 68; B = 10; D = 10; x = 0,86; y = 0,74; q = -0,86$. [29]

$$P_x = 68 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,05^{0,74} \cdot 10^1 \cdot 10^{-0,86} = 40,8, \text{ Н.}$$

Определим силу P_z

$$P_z = C_p t^{x_p} s^{y_p} B^z D^q, \quad (23)$$

где $C_p = 68; B = 10; D = 10; x = 0,86; y = 0,74; q = -0,86$. [29]

Просуммируем силы

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} \quad (24)$$

$$P = \sqrt{40,8^2 + 40,8^2} = 51,7, \text{ Н.}$$

Примем коэффициент трения $f = 0,1$. [29]

В процессе обработке заготовки на шпоночно-фрезерном станке на нее действуют силы, представленные на рисунке 5.

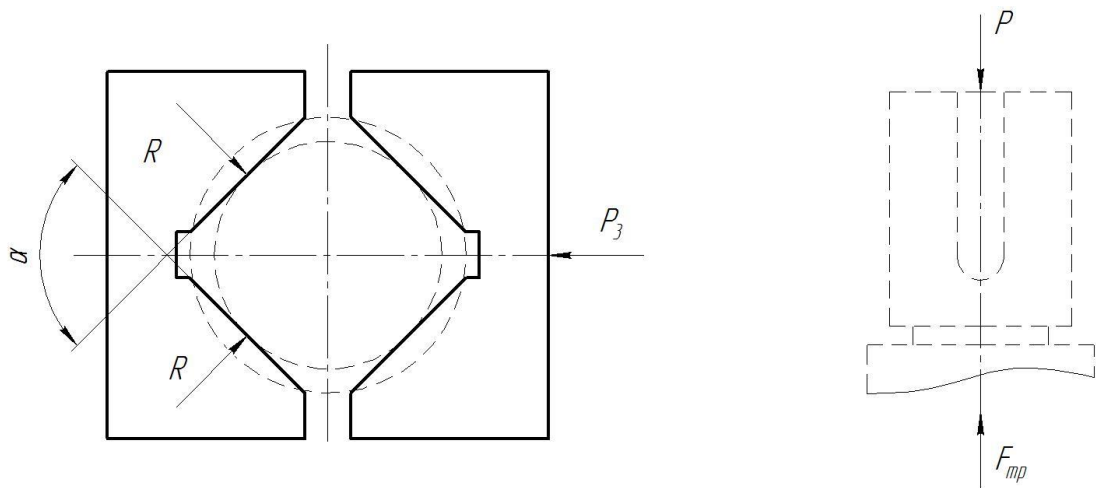


Рисунок 5 - Силы, действующие в процессе обработки заготовки на шпоночно-фрезерном станке

Сила закрепления заготовки, учитывая коэффициент надежности

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P \quad (25)$$

Коэффициент надежности

$$K = 2,7$$

Рассчитаем силу

$$P_3 = \frac{2,7 \cdot \sin 45^\circ}{0,1} \cdot 51,7 = 987,1, \text{ Н.}$$

Коэффициент усиления

$$i = \frac{P_3}{P_u} \cdot \quad (26)$$

Для приспособлений, работающих от пневматических литий

$$P_u = \frac{\pi \cdot (D+d)^2}{16} \cdot p \quad (27)$$

$$D = \sqrt{\frac{16P_u}{\pi p}} - d \text{ (м)}. \quad (28)$$

где $d = 20$; $p = 0,4$.

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot 132}{3,14 \cdot 0,4}} - 20 = 189.$$

Для увеличения номенклатуры деталей, которые можно устанавливать на разрабатываемом приспособлении примем

$$D = 250 \text{ мм.}$$

$$P_u = \frac{3,14 \cdot (0,25 + 0,02)^2}{16} \cdot 0,4 = 580, \text{ Н.}$$

Наибольшее усилие зажима

$$P_3 = \frac{P_u L_1}{L_2}. \quad (29)$$

$$P_3 = \frac{580 \cdot 0,472}{0,054} = 5070, \text{ Н.}$$

Приспособление для шпоночно-фрезерной операции, которое устанавливается на стол шпоночно-фрезерного станка и фиксируется по Т-образным пазам, имеет две опорные призмы ГОСТ 12195-66 [5], выполненных из стали марки 20Х, на которые устанавливается вал-шестерня вертикально-сверлильного станка по шейкам, предназначенным для закрепления в подшипники, и упирается в торец одной из ступеней. Далее включается пневматический привод и прижимом при помощи пневматического привода заготовка зажимается в приспособлении.

Разработанное станочное приспособление представлено в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Общие сведения

«Для получения точных по ширине шпоночных канавок применяют шпоночно-фрезерные станки с маятниковой подачей, работающие концевыми двухспиральными шпоночными фрезами с лобовыми режущими кромками. Особенностью этих станков является то, все необходимые для обработки движения совершаются фрезой при неподвижной заготовке, что позволяет снизить влияние жесткости станка на точность обработки. Шпоночная фреза при вертикальной подаче врезается на 0,1 - 0,3 мм и фрезерует с продольной подаче канавку на всю длину, но в другом направлении. Отсюда и происходит определение метода «маятниковая подача». Схема обработки шпоночного паза приведена на рисунке 6. Фреза 1 диаметром D , равным ширине B шпоночного паза, получает от шпинделя станка главное вращательное движение, обеспечивающее скорость резания V ». [1]

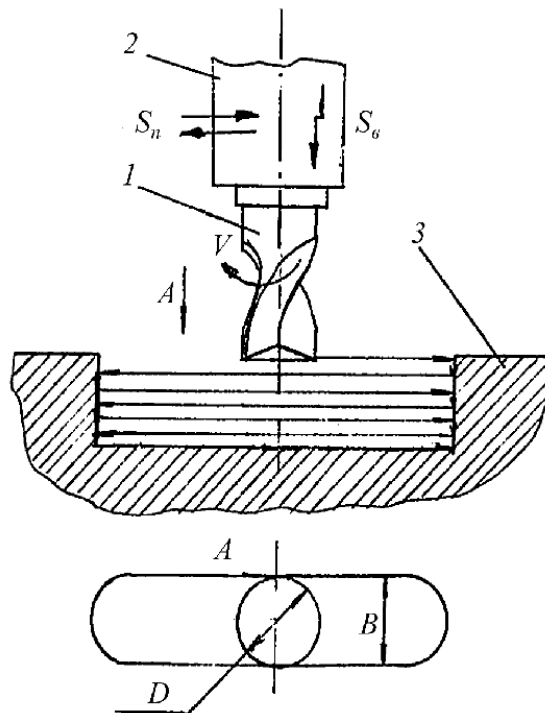


Рисунок 6 – Обработка шпоночной фрезой

«Шпиндельная каретка 2, получающая от механического или гидравлического привода станка возвратно-поступательное движение, сообщает фрезе «маятниковую подачу» - повторяющиеся продольные движения на длину паза ($S_{\text{прод}}$) и вертикальные перемещения на небольшую величину в конце каждого хода ($S_{\text{в}}$). Заготовка 3 при этом неподвижна». [1]

На рисунке 7 представлена схема операции.

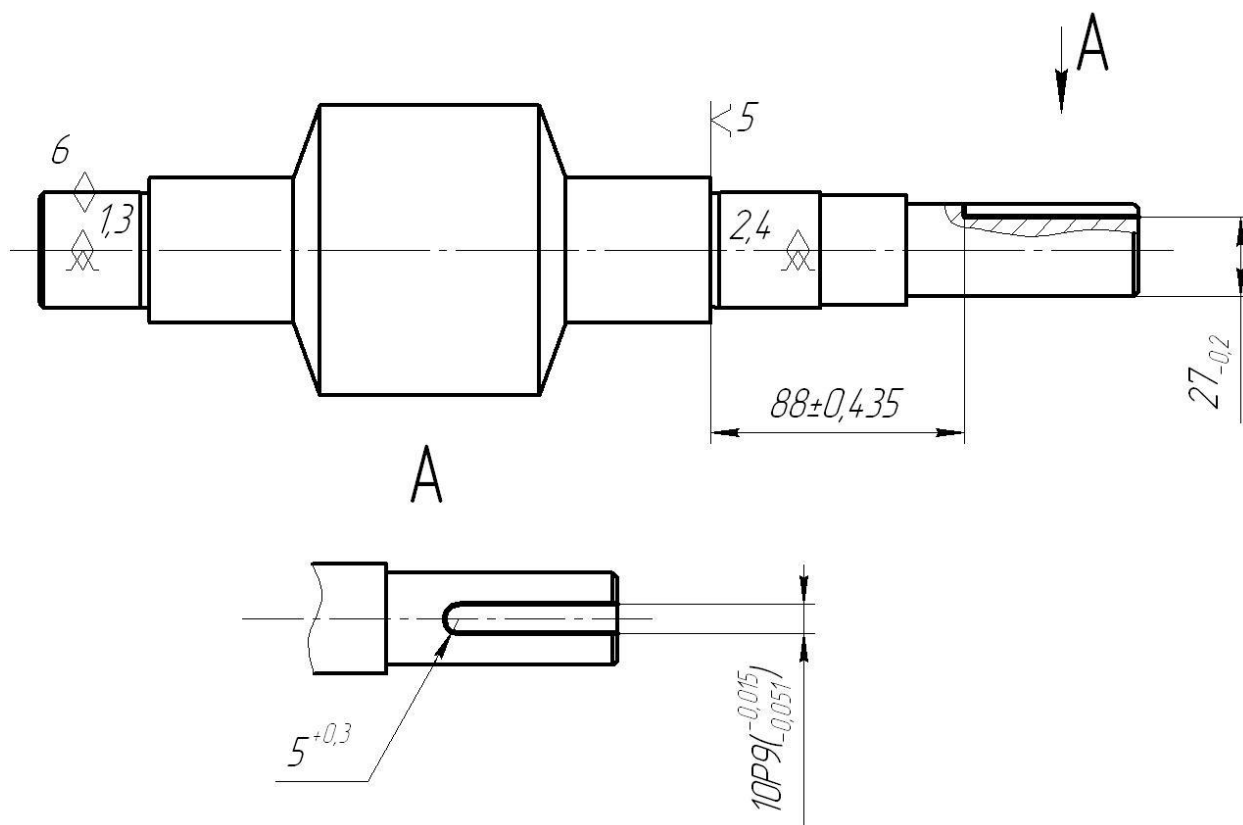


Рисунок 7 - Схема операции

Все размеры, представленные на рисунке 7 являются исполнительными.

4.2 Проектирование шпоночной фрезы

В связи с совершенствованием технологий, применяемых на машиностроительных предприятиях, а также разработкой новых

инструментальных и конструкционных материалов металлорежущие инструменты требуют постоянного совершенствования.

Рост требований к производительности технологических процессов на машиностроительных предприятиях поднимаем вопросы увеличения стойкости режущих инструментов. Это может быть обеспечено сменой основного материала режущей части инструментов, применение сборных режущих инструментов, имеющих сменные пластины из твердых и сверхтвердых материалов, а также нанесением износостойких покрытий (модификация поверхности).

Наружный диаметр режущей части фрезы должен быть равен ширине фрезеруемого шпоночного паза.

$$d = B = 10, \text{ мм.}$$

Длина шпоночной фрезы

$$L = l_1 + l_2 + l \quad (30)$$

где $l_1 = 20; l_2 = 30$. [25]

$$l = 4 \cdot \left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right). \quad (31)$$

$$l = 4 \cdot \left(\sqrt[4]{10} + \frac{12}{10} \right) = 11,9 \text{ мм.}$$

Принимаем $l = 12$ мм. [25]

$$L = 20 + 12 + 30 = 62, \text{ мм.}$$

У шпоночной фрезы число зубьев $z = 2$. [25]

Зуб фрезы выполняется с затылком, имеющим радиус

$$R = (0,3 \dots 0,45) \cdot d. \quad (32)$$

$$R = (0,3..0,45) \cdot 10 = 3..4,5 \text{ мм.}$$

Примем $R=4$ мм.

В условиях интенсивно развивающихся информационных технологий и совершенствования компьютерной техники при проектировании режущего инструмента повсеместно широко используются системы автоматизированного проектирования. Применение данного программного обеспечения позволяет сократить время проектирования, причем моделирование технологических процессов происходит с большей степенью точности, чем без применения САПР.

Ввиду отсутствия общепринятых математических моделей технологических процессов в машиностроении перед инженерами стоит задача поиска подходящих математических описаний. Отсутствие этих моделей объясняется многофакторностью технологических процессов, наличием различных сил и условий, которые непосредственно и косвенно влияют на протекание технологических процессов.

На устойчивость процесса резания, а также на качество обработанных поверхностей влияют и динамические процессы, протекающие при обработке резанием. В процессе обработки на процессы снятия стружки влияют упругие деформации, автоколебаниями деталей металлообрабатывающих систем, различные биения деталей и компонентов, входящих в систему ЗИПС. Это усложняет математическое моделирование.

Сегодня в помощь инженерам-машиностроителям разработаны многие компьютерные программные пакеты, позволяющие проводить моделирование таких систем в виртуальных средах, поэтому для проектирования этих систем, а также компонентов этих систем принято применять инженерные компьютерные программные пакеты.

Для увеличения стойкости спроектированной шпоночной фрезы нами предлагается нанести на режущую часть износостойкое покрытие из карбида титана (TiC), что поднимет стойкость инструмента в 2 раза.

Чертеж шпоночной фрезы представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данной работе мы проектируем технологический процесс изготовления червяка привода подач горизонтально-фрезерного станка. Участок механической обработки содержит несколько рабочих мест, на которых проводятся следующие технологические операции: центровально-подрезная, проводимая на центровально-подрезном станке 2А911-1, четыре токарных операции, проводимые на токарных станках с ЧПУ СА500СФЗК, шпоночно-фрезерная на шпоночно-фрезерном станке 692Д, резьбофрезерная, проводимая на резьбофрезерном станке КУ-240, центрошлифовальная операция, проводимая на центрошлифовальном станке 3922, две торцекруглошлифовальные операции, проводимых на торцекруглошлифовальных станках с ЧПУ ХШ4-104Ф20, две круглошлифовальные операции, проводимые на круглошлифовальных станках с ЧПУ 3М151Ф2, резьбошлифовальная операция, проводимая на резьбошлифовальном станке 5887, две полировальные операции, проводимые на шлифовально-полировальных станках 6ШП-100М, моечная и контрольная операции.

Модернизацией в типовом варианте техпроцесса подверглись две операции, а именно 025 Токарная чистовая и 030 Шпоночно-фрезерная, поэтому анализировать безопасность и экологичность рабочих мест будем относительно этих двух операций.

«Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы: физические, химические, биологические, психофизиологические». [28]

В процессах механической обработки выделяется тепло, что может привести к травмированию рабочего, который управляет работой станка. Источником тепла в процессе механической обработки может являться сам процесс резания, в результате которого происходит нагрев режущих

инструментов, участвующих в обработке, обрабатываемой заготовки и снимаемой стружки. Уровень их нагрева зависит от скорости обработки.

При токарной обработке на токарном станке СА500СФ3К оператор этого станка, представленного на рисунке 8, закрыть от зоны обработки специальным кожухом.



Рисунок 8 – Токарный станок СА500СФ3К

Перед началом обработки оператор токарного станка СА500СФ3К устанавливает в станочное приспособление заготовку. После этого включает автоматизированное станочное приспособление, это приспособление зажимает заготовку. После этого оператор станка обязательно должен закрыть зону обработки защитным кожухом. Только после этого он может запускать работу станка по заранее подготовленной программе.

После выполнения станком все рабочих движений и холостых ходов, прописанных в рабочей программе, режущие инструменты находятся справа от зоны обработки на достаточном удалении от заготовки, подача СОТС выключена. После этого оператором станка отодвигается защитный кожух, включается движение станочного приспособления на разжим обработанной заготовки и снимается эта заготовка. При снятии обработанной заготовки

оператор станка должен находиться в защитных перчатках ГОСТ 12.4.252-2013 [3], чтобы разогретая заготовка не повредила своей высокой температурой кожу рук оператора.

Еще одним опасным фактором является то, что оператору токарного станка СА500СФ3К 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]. Оператор в строго отведенное время перемещает стружку в специальный контейнер, а далее цеховым транспортом общая цеховая стружка отвозится на утилизацию или переработку.

Снижению разогрева режущих инструментов, участвующих в обработке, способствует подача в зону обработки смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС). Испарения этих жидкостей тоже могут негативно повлиять на окружающую среду рабочего места станочника шпоночно-фрезерного станка 692Д (рисунок 9) или оператора станка с ЧПУ. В связи с этим отделом охраны труда предприятия обязательно ведется контроль за качеством внутрицехового воздуха. В цехе имеется централизованная система вентиляции воздуха ГОСТ 22270-2018 [6], 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 [4]. Эти меры устранят проблемы возникновения заболеваний органов дыхания у операторов станков.

В отличие от токарного станка СА500СФ3К, шпоночно-фрезерный станок 692Д не имеет защитного кожуха, который бы закрывал зону обработки от вылета образовавшейся стружки, от действия высоких температур, возникающих при резании и так далее.



Рисунок 9 – Шпоночно-фрезерный станок 692Д

Станочнику, выполняющему работы на шпоночно-фрезерном станке 692Д для защиты органов зрения от попадания стружки, образующейся при резании, необходимо перед началом работ одевать защитные очки ГОСТ Р 12.4.013-97 [11]. Перед началом обработки фрезеровщиком при выключенных движениях станка устанавливается заготовка в специальное приспособление с механизированным приводом. Это приспособление было разработано нами ранее и представлено в разделе 3. Станочник устанавливает заготовку, включает привод и приспособление зажимает эту заготовку. Механизированное приспособление упрощает работу станочнику, а значит, делает его работу безопаснее.

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]

«Проектирование систем пожарной сигнализации и монтаж технических систем пожарной сигнализации являются основными критериями максимальной эффективности функционирования систем на объектах защиты. Надлежащая эксплуатация систем пожарной сигнализации, систематическая и качественно выполняемая проверка их работоспособности, проведение технического обслуживания позволяют обеспечить необходимую работоспособность систем пожарной сигнализации» [12]

На участке механической обработки червяка привода подач горизонтально-фрезерного станка необходимо иметь такую систему для своевременного реагирования и обеспечение безопасности на машиностроительном предприятии.

В данном разделе нами проанализированы опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникать при работе на токарном и шпоночно-фрезерном станках изготовления червяка привода подач 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

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

«Приведенная классификация стоимости процесса позволяет производителю внимательно проанализировать все составляющие затрат на процесс с тем, чтобы обеспечить успешное достижение цели – создание высококачественного продукта при минимальной его стоимости. Например, когда присутствуют затраты на проверку, важно рассматривать каждую операцию контроля отдельно и постоянно искать возможности для улучшения процесса, исключая тот или иной вид брака, а следовательно, и соответствующий контроль. Но к этому вопросу нужно подходить очень осторожно. Так как конечной целью любого производителя является исключение всего некачественного, то там, где это экономически оправданно, затраты на инспекцию не должны урезаться, если они равны или даже выше, чем получающиеся затраты на производство некачественного продукта. В то же время затраты на инспекцию не должны повышаться, даже если они очень низкие, до тех пор пока не будет полной уверенности в том, что вводимый контроль дает незначительный результат в снижении брака. Каждый дополнительный рубль, потраченный на контроль должен соответствовать снижению некачественного продукта по крайней мере на рубль. Следует учитывать, что эффект от продукции с остаточным несоответствием, обнаруженным потребителем, очень часто превышает издержки, изменяемые производителем при организации инспекции. Безусловно, затраты на инспекцию в конечном счете должны постоянно снижаться по мере совершенствования технологии, приобретения навыков у работающих и улучшения процессов, способствующих уменьшению, а на некоторых операциях процесса и исключению всего некачественного». [17]

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, 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 10.

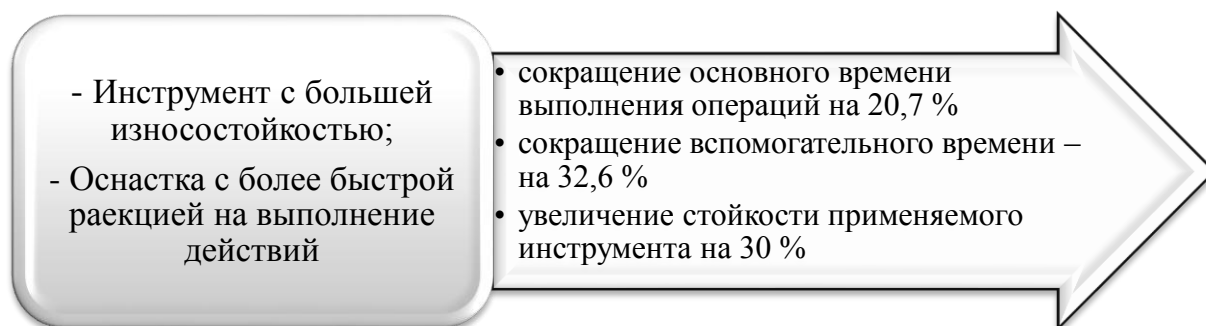


Рисунок 10 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 10, 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 11.

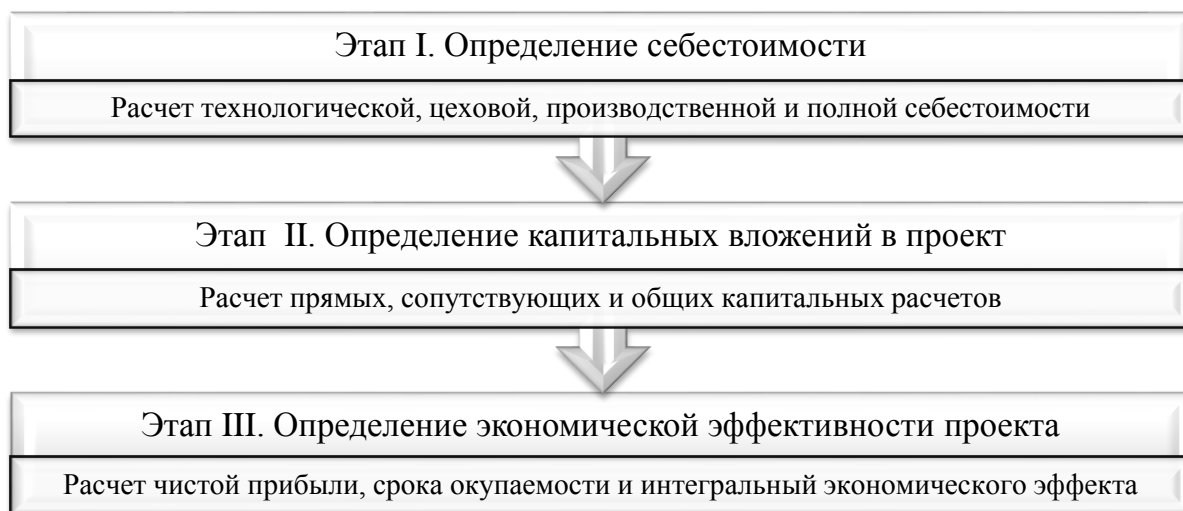


Рисунок 11 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 11 расчеты и методики для их проведения [17] 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 червяка двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 12.

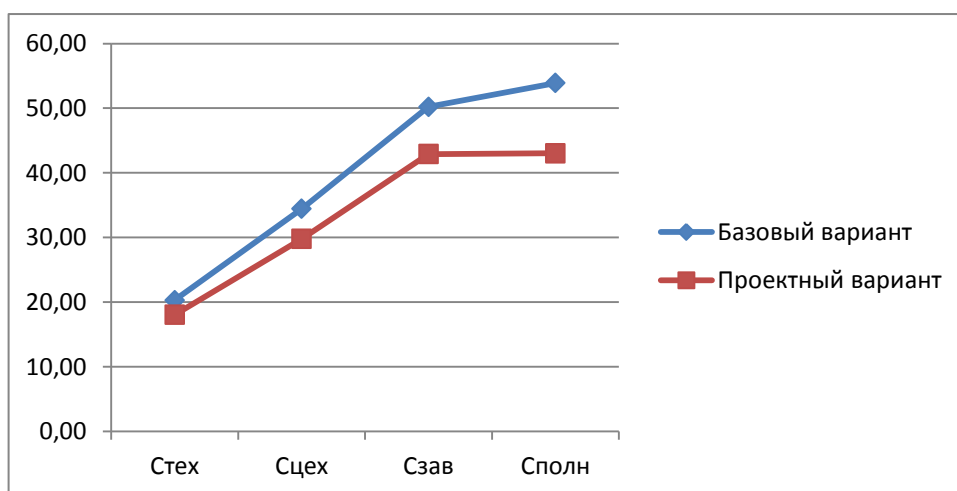


Рисунок 12 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 12 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 червяка после предложенных совершенствований на 19,01 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс изготовления червяка, представлены на рисунке 13.



Рисунок 13 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 13 видно, что совершенствование технологического процесса не предполагает затраты в основное оборудование ($K_{ОБ}$), т.к. оно не меняется. Основные затраты приходятся на сопутствующие капитальные вложения ($K_{СОП}$), которые учитывают такие затраты как:

- затраты на проектирование – $Z_{ПР} = 67054,72$ руб.;
- затраты на оснастку – $K_{ПР} = 2216,32$ руб.;
- затраты на инструмент – $K_{И} = 5595,04$ руб.;
- оборотные средства в незавершенном производстве –

$НЗП = 54,58$ 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 14.

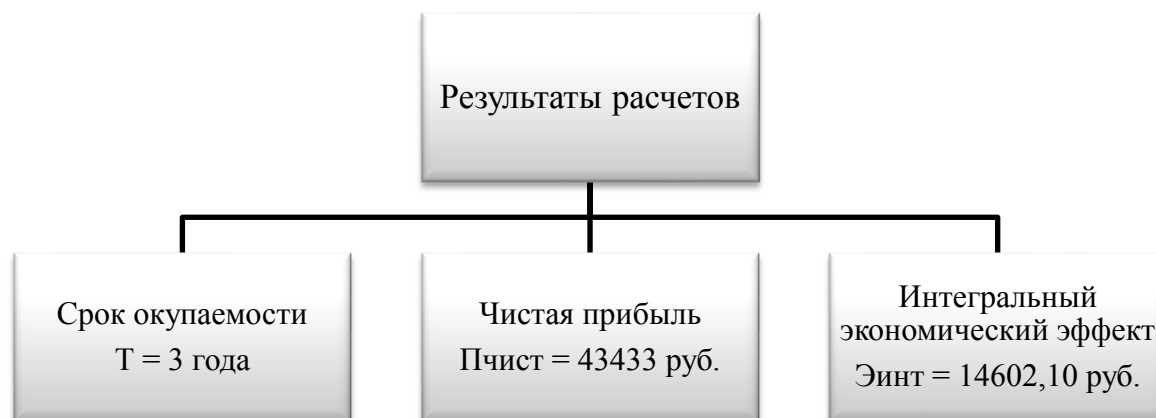


Рисунок 14 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 14, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, т. к. это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 14602,10 руб.

Заключение

В результате выполнения работы нами был спроектирован технологический процесс изготовления червяка вертикально-фрезерного станка заданного качества с минимальной себестоимостью, согласно заданной годовой программы выпуска.

Вначале нами проанализирована конструкция червяка вертикально-фрезерного станка, а также конструкция самого станка, куда входит данная деталь. Также проанализирован материал, из которого изготавливается червяк станка. Рассмотрены его характеристики и химический состав. Также была проанализирована технологичность конструкции червяка.

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 червяка и выбрана штамповка. Для изготовления каждой поверхности червяка выбраны методы механической обработки. На обработку самой точной поверхности в работе рассчитаны припуски. Далее был спроектирован технологический процесс и определены режимы резания на токарную 025 и шпоночно-фрезерную 030 операции.

Для базирования заготовки на шпоночно-фрезерной 030 операции разработана конструкция приспособления, имеющего механизированный привод. Это сократит время на снятие и закрепление заготовки.

Для этой же операции обработки шпоночного паза разработана конструкция шпоночной фрезы. Этот инструмент, в отличие от базового, имеет износостойкое покрытие и снижает операционное время, затрачиваемое на смену режущего инструмента.

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

Список используемой литературы

1. Афанасенков М.А. Технологическое оборудование машиностроительных производств. Металлорежущие станки : учебник для вузов / М.А. Афанасенков, Ю.М. Зубарев, Е.В. Моисеева ; под ред. Ю.М. Зуборева. – Санкт-Петербург : Лань, 221. – 284 с.
2. 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.
3. ГОСТ 12.4.252-2013. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытания. – 15 с.
4. ГОСТ 12.4.296-2015. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Респираторы фильтрующие. Общие технические условия. – 11 с.
5. ГОСТ 12195-66. Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция. – 6 с.
6. ГОСТ 22270-2018. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения. – 28 с.
7. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – 10 с.
8. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. – 53 с.
9. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 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. Ковшов А.Н. Технология машиностроения : учебник. – 3-е изд., стер. - СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 320 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. Копылов Ю.Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 500 с.
16. Копылов, Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю. Р. Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 252 с.
17. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
18. Некрасов Ю.И. Производственные и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / Ю.И. Некрасов, У.С. Путилова, Р.Ю.Некрасов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 246 с.
19. Попелюх А.И. Технологическая документация и сопровождение производства художественных изделий : учебное пособие / А.И. Попелюх. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – 127 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. Сапунов С.В. Материаловедение : учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 208 с.
23. Семакина О.К. Технология химического машиностроения : учебное пособие / О.К. Семакина ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 144 с.
24. Сурина Н.В. Технология машиностроения : технология производства деталей и узлов горных машин : учеб. пособие / Н.В. Сурина. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. – 159 с.
25. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2006. – 208 с.
26. Тюняев А.В. Детали машин : учебник / А.В. Тюняев, В.П. Звездаков, В.А. Вагнер. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 736 с.
27. Тюрин А.Н. Основы экономики и технологии важнейших отраслей хозяйства : учебно-методическое пособие / А.Н. Тюрин, ФГБОУ ВО «ОГПУ». – Оренбург, 2021. – 87 с.
28. 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.
29. 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.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

		Лист 2											
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	полю	Р	УТ	КР	Обозначение документа		
											Конт	ЕН	оп
0.17	точить поверхность 10, выдерживая размер $\phi 4,0,92 \pm 0,125$; точить поверхность 9, выдерживая размер $232,6 \pm 0,575$;												
0.18	точить поверхность 8, выдерживая размер $\phi 50,6_{0,02}$; точить поверхность 7, выдерживая размеры $182,2 \pm 0,575$ $20_{0,1}^u$;												
Т.19	396110.XXXX Патрон лободкавыи; XXXXXX.XXXX ипор откидной; 392104.XXXX Резец механич. Т15К6;												
Т.20	393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1. 393120.XXXX Калибр-скода												
21													
А.22	XX XX XX 015 4112 Токарная черновая ИОТ И37.101.XXXX-XX												
Б.23	38.18.25.XXXX СА500СФЗК Токарный 2 18632 422 1Р 1 1 100 1 16 132												
0.24	Точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 4,0,92 \pm 0,125$; точить поверхность 3, выдерживая размер $342,3 \pm 0,7$;												
0.25	точить поверхность 4, выдерживая размер $\phi 50,6_{0,02}$; точить поверхность 5, выдерживая размеры $292,2 \pm 0,65$;												
0.26	$20_{0,1}^u$; точить поверхность 6, выдерживая размер $\phi 100,6_{0,25}$;												
Т.27	396110.XXXX Патрон лободкавыи; XXXXXX.XXXX ипор откидной; 392104.XXXX Резец механич. Т15К6;												
Т.28	393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1. 393120.XXXX Калибр-скода												
29													
А.30	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX												
Б.31	38.18.25.XXXX СА500СФЗК Токарный 2 18632 422 1Р 1 1 100 1 16 158												
0.32	Точить поверхность 14, выдерживая размер $\phi 32,3 \pm 0,031$; точить поверхность 12, выдерживая размер $\phi 38_{0,01}^{0,00}$;												
0.33	точить поверхность 10, выдерживая размер $\phi 4,0,32 \pm 0,031$; точить поверхность 9, выдерживая размеры $232,3 \pm 0,575$;												
0.34	точить поверхность 8, выдерживая размер $\phi 50,6_{0,02}$; точить поверхность 7, выдерживая размеры $182 \pm 0,575$, $20_{0,1}^u$;												
0.35	выполнить канавку, выдерживая размеры 3.5. 0.5. R1; выполнить фаску 16x45°;												
Т.36	396110.XXXX Патрон лободкавыи; XXXXXX.XXXX ипор откидной; 392104.XXXX Резец механич. Т15К6;												
Т.37	392104.XXXX Резец канавочный Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1. 393120.XXXX Калибр-скода												
38													
А.39	XX XX XX 025 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX												
МК													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа					Тип				
						СМ	перо.	Р	УТ	КР		КОЛД	ЕН	ОП	Кшт
Б					Код, наименование оборудования										
Б.42					38.18.25 XXXX СА500СФЗК Токарный	2	18632	422	1Р	1	1	100	1	16	1,33
0.43					Точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 40.32 \pm 0.031$; точить поверхность 3, выдерживая размер 342 ± 0.7 ;										
0.44					точить поверхность 4, выдерживая размер $\phi 50_{-0.02}^{+0.02}$; точить поверхность 5, выдерживая размеры 292 ± 0.65 , $20_{-0.1}^{+0.1}$;										
0.45					точить поверхность 6, выдерживая размер $\phi 100_{-0.087}^{+0.087}$; выполнить канавку, выдерживая размеры R1, 0.5, 3;										
0.46					выполнить фаску 16x45 ⁰ .										
T.47					396110 XXXX Патрон поводковый; XXXXXX.XXXX цпир откидной; 392104.XXXX Резец механич. T15K6;										
T.48					392104.XXXX Резец канавочный T15K6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скода										
49															
A.50					XX XX XX 030 4272 Шпоночно-фрезерная										
Б.51					381631 XXXX 692Д Шпоноч.-фрез.	2	18632	322	1Р	1	1	100	1	16	1,20
0.52					Фрезеровать поверхности 16, 18, выдерживая размеры $10_{-0.054}^{+0.054}$, $R5_{-0.02}^{+0.02}$, 88 ± 0.435 ; фрезеровать										
0.53					поверхность 17, выдерживая размер $27_{-0.2}^{+0.2}$.										
T.54					396181.XXXX Приспособление слес.; XXXXXX.XXXX(2) Сменные призмы; 391267.XXXX Фреза										
T.55					шпоночная Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0.05; 393111 Калибр-пробка										
56															
A.57					XX XX XX 040 4272 Резьбофрезерная										
Б.58					381631 XXXX КЧ-240 Резьбофрез	2	18632	322	1Р	1	1	100	1	16	5,23
0.59					Фрезеровать поверхности 19, 20, выдерживая размеры $20_{-0.05}^{+0.05}$, $11^{\circ}19'$, 12.9 ± 0.021 , 7 ± 0.018 , $m=4$;										
0.60					фрезеровать поверхность 21, выдерживая размер $9_{-0.05}^{+0.05}$										
T.61					396181.XXXX Приспособление слес.; 391267.XXXX Фреза модульная m=4 Р6М5;										
T.62					393111 ШЦ-И-100-0.05; 393111 Калибр резьбовой.										
63															
A.64					XX XX XX 045 Термическая (закалка) ИОТ И37.101.70715-07.										
МК															

Лист 3

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СИ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	Обозначение документа			Тип
												ЕН	ОП	Конт	
Б	Код, наименование оборудования														
Б.69	ТВ4														
70															
А.71	XX	XX	XX	050	Центрошлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.										
Б.72	381623	XXXX	3922		Центрошлифовальный	2	17001	422	1P	1	1	1	100	1	10
0.73	Шлифовать центровые отверстия.														
Т.74	39671X	XXXX	Патрон	39284.1	XXXX(2) Сменные призмы: XXXXXX.XXXX Упор откидной.										
Т.75	398710	XXXX	Круг	шлифовальный	150x20x30 14AF24K5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.;										
Т.76	393410	XXXX	Микрометр	393120	XXXX Калибр-дробка.										
77															
А.78	XX	XX	XX	055	Торцекруглошлифовальная черновая ИОТ И37.101.74.19.1-00.										
Б.79	381623	XXXX	ХШ4-	104Ф20	Торцекруглошлиф. 2	17001	422	1P	1	1	1	100	1	10	157
0.80	Шлифовать поверхность 10, выдерживая размер $\phi 40.12 \pm 0.019$; шлифовать поверхность 9, выдерживая размер 232.1 ± 0.575 .														
0.81	шлифовать поверхность 14, выдерживая размер $\phi 32$.														
Т.82	39671X	XXXX	Патрон	подошковые	39284.1	XXXX Центр вращающийся: XXXXXX.XXXX Упор откидной.									
Т.83	398710	XXXX	Круг	шлифовальный	1350x60x150 14AF24K5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.;										
Т.84	393410	XXXX	Микрометр	393120	XXXX Калибр-скоба.										
85															
А.86	XX	XX	XX	060	Круглошлифовальная черновая ИОТ И37.101.74.19.1-00.										
Б.87	381623	XXXX	3М153Ф2		Круглошлифовальный	2	17001	422	1P	1	1	1	100	1	10
Т.88	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\phi 40.12 \pm 0.019$.														
Т.89	39671X	XXXX	Патрон	подошковые	39284.1	XXXX Центр вращающийся: XXXXXX.XXXX Упор откидной.									
90	398710	XXXX	Круг	шлифовальный	1350x60x150 14AF24K5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.;										
А.91	393410	XXXX	Микрометр	393111	Калибр-скоба.										
МК															

Лист 4

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

		Код наименования операции				Код наименования оборудования				Обозначение документа						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код.	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Китп	Глоз	Тштп
<i>Лист 5</i>																
Б	XX XX XX	065	Торцекруглошлифовальная чистовая ИОТ И37.101.74.19.1-00.													
Б 95	381623	XXXX	ХШ4-104Ф20 Торцекруглошлиф. 2 17001 422 1Р	1	1	1	100	1	1	100	1	10	157			
0 96	Шлифовать поверхность 10, выдерживая размер $\phi 4,02^{+0,016}$; шлифовать поверхность 9 выдерживая размер $232 \pm 0,575$.															
Т 97	39611X	XXXX	Патрон лободковы; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной;.													
Т 98	398110	XXXX	Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.													
Т 99	393410	XXXX	Микрометр; 393110.XXXX Калибр-скода.													
100																
А 101	XX XX XX	070	Круглошлифовальная чистовая ИОТ И37.101.74.19.1-00.													
Б 102	381623	XXXX	ЗМ153Ф2 Круглошлифовальный 2 17001 422 1Р	1	1	1	100	1	1	100	1	10	0,50			
0 103	Шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\phi 4,02^{+0,016}$.															
Т 104	39611X	XXXX	Патрон лободковы; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной;.													
Т 105	398110	XXXX	Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.													
Т 106	393410	XXXX	Микрометр; 393111 Калибр-скода.													
107																
А 108	XX XX XX	075	Резьбодшлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.													
Б 109	381623	XXXX	5887 Резьбодшлифовальный 2 17001 422 1Р	1	1	1	100	1	1	100	1	10	165			
0 110	Шлифовать поверхность 19 20, выдерживая размеры $\phi 92^{+0,035}$, $20^{+0,019}$, $12,9 \pm 0,009$, $7 \pm 0,007$.															
Т 111	39611X	XXXX	Патрон лободковы; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXX Упор откидной;.													
Т 112	398110	XXXX	Круг шлифовальный 1 100x30x50 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.													
Т 113	393410	XXXX	Микрометр; 393111 Калибр резьбовой.													
114																
А 115	XX XX XX	080	Полиробальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.													
Б 116	381623	XXXX	6ШП-100М Шлиф.-полиробальн. 2 17001 422 1Р	1	1	1	100	1	1	100	1	10	0,20			
МК																

