

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 вала-шестерни ленточного конвейера

Обучающийся	<u>С.В. Швырков</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>

Тольятти 2023

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера.

Автор: Швырков Сергей Валериевич.

В выпускной работе спроектирован технологический процесс изготовления вала-шестерни ленточного конвейера.

В первой части работы нами проанализирована конструкция вала-шестерни ленточного конвейера, выполнен анализ конструкции вала-ленточного конвейера, а также рассмотрены химический состав и свойства материала, из которого выполнена вал-шестерня. Также выполнен анализ технологичности конструкции вала-шестерни.

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 вала-шестерни ленточного конвейера. 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, что упрощает работу оператора и сокращает вспомогательное время операции.

В четвертой части для протяжной операции спроектирована круглая протяжка.

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.....	8
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	9
2 Технологическая часть.....	11
2.1 Определение типа производства.....	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	11
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.4 Выбор методов обработки.....	14
2.5 Определение припусков.....	16
2.6 Расчет режимов резания.....	20
3 Проектирование приспособления.....	25
3.1 Общие сведения.....	25
3.2 Исходные данные.....	26
3.3 Силовой расчет.....	26
4 Проектирование режущего инструмента.....	29
4.1 Общие сведения.....	29
4.2 Проектирование протяжки.....	30
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
6 Экономическая эффективность работы.....	40
Заключение.....	44
Список используемой литературы.....	45
Приложение А. Технологическая документация.....	48

Введение

Важным звеном в технологической цепочке современных машиностроительных предприятий является технологический транспорт. Эти машины предназначены для транспортировки изделий внутри цехов и между ними, передавая средства технологического оснащения или детали (заготовки), от одной позиции на другую. Без применения технологического транспорта необходимо было бы увеличивать персонал предприятий, а это увеличивало бы себестоимость выпускаемых изделий.

Технологическим транспортом на промышленных предприятиях выступают различные погрузчики, конвейеры, колесные машины, роботизированные тележки и так далее.

Ленточные конвейеры предназначены для транспортировки деталей, заготовок или других предметов производства от одного места назначения до другого. Главным рабочим органом ленточного конвейера является лента, которая приводится в движение роликами. На ролики движение приходит от электромеханического привода, который может быть простым, если у конвейера имеется только одна скорость перемещения, а может быть и довольно сложным, если конвейер отличается многообразием скоростей перемещения деталей.

Вал-шестерня привода ленточного конвейера является составной частью электромеханического привода. Она приводится во вращение при помощи внутреннего шлицевого венца и передает движение на следующую шестерню привода своим зубчатым венцом. Вал-шестерня является ответственным звеном привода. От качества ее изготовления зависит работоспособность ленточного конвейера в целом.

Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни привода ленточного конвейера заданного качества с минимальными производственными затратами, согласно заданной годовой программы.

1 Анализ исходных данных

«Большинство современных технологических машин проектируют и создают по схеме: энергетическая машина, передаточный механизм, исполнительный орган машины, система управления». [12]

«Устройство для приведения в движение машин и механизмов, состоящее из двигателя, передаточных механизмов и системы управления называется приводом (рисунок 1)». [12]

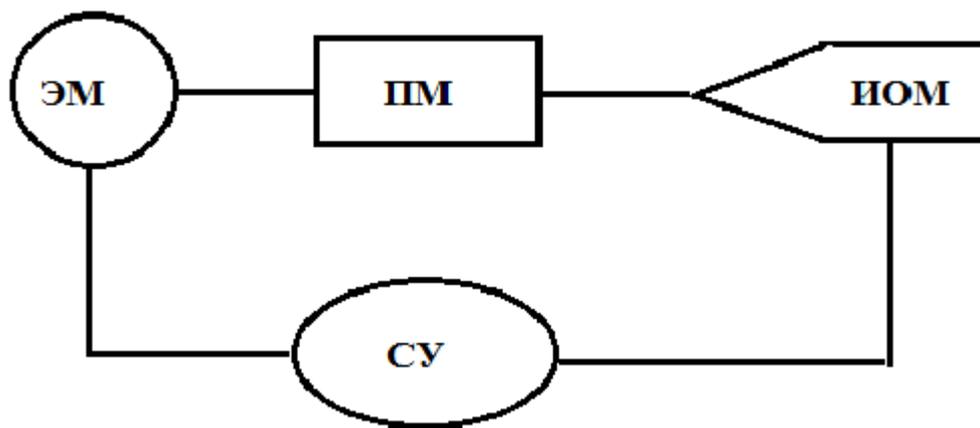


Рисунок 1 – Схема механического привода

«Угловые скорости двигателя и исполнительного органа машины, как правило, неравны. Электротехническая промышленность для общемашиностроительного применения выпускает электродвигатели с синхронной частотой вращения $n_c = 3000 \text{ мин}^{-1}$, $n_c = 1500 \text{ мин}^{-1}$, $n_c = 1000 \text{ мин}^{-1}$ и $n_c = 750 \text{ мин}^{-1}$. Рабочие органы технологических машин функционируют при очень большом разнообразии угловых скоростей. Для решения этих противоречий применяются приводы. Ключевым звеном привода является передача». [12]

«Передачами в машинах называются устройства, служащие для передачи энергии механического движения на расстояние и преобразования его параметров. Общее назначение передач совмещается с выполнением частных функций». [12]

«К числу эти функций относятся: распределение энергии, понижение или повышение скорости, преобразования видов движения (например, вращательного в поступательное или наоборот), регулирование скорости, пуск, остановка и реверсирование. Наиболее широкое распространение в технике получило вращательное движение, так как оно может быть осуществлено наиболее простыми способами». [12]

1.1 Назначение и условия работы детали

Ленточный конвейер представляет собой устройство для перемещения каких-либо производственных продуктов, которыми могут выступать в машиностроительных производствах изготавливаемые детали, заготовки, инструменты, станочная оснастка и так далее. Главной деталью ленточного конвейера является лента, которая вращается на барабанах. Эта лента изготавливается в основном из резины, так этот материал отличается эластичностью, прочностью и долговечностью. Барабаны вращаются и перемещают ленту, на которую помещают продукты производства. Таким образом, эти продукты производства перемещаются внутри цеха от точки их помещения на ленту до другой необходимой производственной точки. Барабаны, на которых вращается лента ленточного конвейера, выполняют из металла. Эти барабаны получают вращающий момент от привода конвейера. Привод конвейера электромеханический. В него входит электродвигатель, от которого весь механизм приводится в движение, а также зубчатые шестерни и валы, при помощи которых движение передается на движущие ленту барабаны. Привод может быть простым или сложным, и от этого зависит количество компонентов, которые в него входят. У сложного привода большое количество компонентов, а у простого – малое.

Лента конвейера, кроме ведущих барабанов, поддерживается еще и роликами, которые необходимы для того, чтобы эластичная лента не деформировалась и не провисала, ведь кроме собственной тяжести на ленту

воздействуют силы тяжести тех предметов производства, которые она на себе несет. Причем еще эту ленту необходимо постоянно натягивать. Эту функцию выполняет система натяжения ленты, конструкция которой может быть совершенно различной (от простого ролика с пружиной до сложной рычажной системы).

«При наличии у ленточных конвейеров наклонных участков, ан которых возможен самопроизвольный ход грузовой ленты в обратную сторону при остановке электродвигателя, конвейеры должны иметь тормозные устройства и остановы. Обратный ход грузовой ленты может вызвать завал конвейера грузом, а также поломку механизмов и обрыв ленты. На конвейерах устанавливаются колодочные тормоза с электрическим приводом (типа КТК, ТКП) и аварийные остановы (на случай поломок в механизмах привода). Колодочный тормоз действует обычно на обод соединительной муфты привода конвейера. При работающем электродвигателе колодки тормоза разжаты, включение тормоза в работу, то есть зажатие его колодками соединительной муфты, происходит при снятии питания с электродвигателя». [10]

«К аварийным остановам относятся ленточный, роликовый и наиболее применяемый храповой. Остановы устанавливаются на приводной барабан. Храповой останов состоит из храпового колеса, насаживаемого на вал приводного барабана, и собачек, которые входят в зацепление с зубьями храпового колеса и при обратном ходе конвейера останавливают его. На передвижных конвейерах применяют электробарабаны, в которых электродвигатель и передаточный механизм помещены внутри». [10]

«На конвейерах тяжело нагруженных и большой протяженности применяются многобарабанные приводы, работающие согласованно друг с другом и предназначенные для одного тягового элемента конвейера. В двухбарабанном приводе оба барабана могут приводиться во вращение одним двигателем, либо двумя, соединенными с одним валом, или же каждый барабан приводится во вращение отдельным двигателем». [10]

«Для комплектации привода необходимо знать потребляемую мощность (крутящий момент) и угловую скорость приводного барабана конвейера с определенными техническими параметрами всех узлов конструкции. Скорость транспортирования груза связана с производительностью, а мощность во многом зависит от способности ленточного конвейера. Тяговые свойства приводного барабана могут быть повышены за счет увеличения коэффициента трения ленты с поверхностью приводного барабана, натяжения конвейерной ленты и угла обхвата лентой барабана, применения высокофрикционных футеровок, дополнительного прижатия ленты к барабану». [10]

Вал-шестерня привода ленточного конвейера является составной частью электромеханического привода. Она приводится во вращение при помощи внутреннего шлицевого венца и передает движение на следующую шестерню привода своим зубчатым венцом. Вал-шестерня является ответственным звеном привода. От качества ее изготовления зависит работоспособность ленточного конвейера в целом.

1.2 Классификация поверхностей детали

Нужно определить служебное назначение каждой поверхности вала-шестерни привода ленточного конвейера, 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.

«По своей сути проектирование машины – это последовательный переход от связей, с помощью которых машина выполняет свое служебное назначение, к связям свойств материалов и размерным связям, составляющим ее конструкцию. Этот переход сопровождается

многократными преобразованиями связей, их детализациями и прочими опциями над ними». [16]

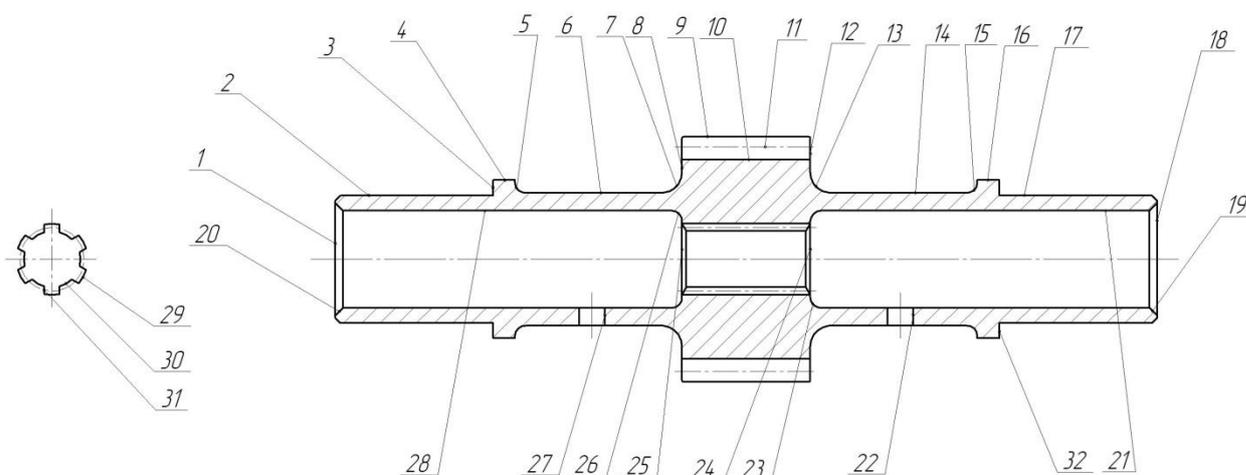


Рисунок 1 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями вала-шестерни привода ленточного конвейера являются эвольвентные поверхности зубчатого венца 11 и боковые поверхности шлиц 31.

Основными конструкторскими базами вала-шестерни привода ленточного конвейера являются цилиндрические поверхности 2, 17 и торцовая поверхность 3.

Вспомогательными конструкторскими базами вала-шестерни привода ленточного конвейера являются отверстия 22, 27 и торцовая поверхность 32.

Остальные поверхности детали - свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом червяка является сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [6], которая содержит около 0,19% углерода (С), и примерно по 1% хрома (Cr), марганца (Mn) и никеля (Ni). Остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Физико-механические свойства стали 19ХГН представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 19ХГН

σ_B , МПа	НВ	σ_T , МПа	ψ , %	δ_5 , %
1180	167...187	930	32	7

«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)». [21]

«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». [21]

Конструкция вала-шестерни ленточного конвейера такова, что в ней отсутствуют труднодоступные для обрабатываемости и измерения поверхности. Имеются специальные канавки для выхода режущего инструмента. Имеется центральное отверстие для возможности обработки этой детали типа «вал» в центрах. Таким образом, можно сделать заключение о достаточно хорошей технологичности конструкции вала-шестерни.

Выполнив анализ исходных данных, перейдем к технологической части.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«В зависимости от программы выпуска изделий и характеристик изготовленной продукции различают три типа производств в соответствии с ГОСТ 14.004-83 [4]: единичное, серийное и массовое. Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых или ремонтируемых изделий и малым объемом их выпуска. Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска. Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени». [22]

Примем тип производства на основе двух параметров: массы детали $m = 0,53$ кг и годовой программы $N = 5000$ деталей. Исходя из этих параметров [22], принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Среднесерийное производство характеризуется применением самых различных станков: универсальных, специализированных, специальных. На этом производстве средняя квалификация рабочих-станочников должна быть выше, чем у крупносерийного и массового производства, из-за большей номенклатуры изготавливаемых деталей, но ниже, чем у рабочих единичного производства. В этом производстве используются специализированные и специальные оснастка, мерительный и режущий инструмент. При подготовке производства подробно разрабатывается технологическая документация, где подробно указываются действия рабочих-станочников, временные нормы и

режимы резания. Среднесерийное производство наиболее распространено из-за характера номенклатуры. Оно является более экономичным, чем единичное (индивидуальное).

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». [13]

«Для мелкосерийного и единичного производства наиболее экономичная ковка, при крупносерийном и серийном производстве единственно целесообразным способом является штамповка, иногда, в отдельных случаях, организация автоматических линий с использованием специализированного оборудования». [13]

Проведем сравнительный расчет двух методов получения заготовки – это штамповка и прокат .

При штамповке масса заготовки будет равна 1,3 кг, а при прокате 2,1 кг.

Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке [11].

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

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$. [11]

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

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой. [11]

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

где $C_{\text{шт}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_e = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$. [11]

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

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [11].

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

где $Q_{\text{шт}} = 1,3; q = 0,53$, кг - массы заготовки и детали;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ руб/кг. [11]}$$

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 1,3 + 0,6578(1,3 - 0,53) - (1,3 - 0,53)0,0144 = 0,85 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [11].

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

где $Q_{\text{пр}} = 2,1; q = 0,53$ кг;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [11]}$$

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 2,1 + 0,6578(2,1 - 0,53) - 0,0144(2,1 - 0,53) = 1,27 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из штамповки.

Рассчитаем коэффициент использования материала

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

$$K_{им} = \frac{0,53}{1,3} = 0,41.$$

Это значение соответствует среднесерийному производству.

2.4 Выбор методов обработки

«Технологический маршрут – последовательность (план и порядок) обработки изделия. Рассматривают маршрут обработки отдельных поверхностей детали и маршрут изготовления детали (или обработки заготовки) в целом. Исходными данными для составления маршрутов обработки отдельных поверхностей служат чертежи и технические требования к деталям и заготовкам, а также сведения о производственно-технических возможностях и организационных условиях. По заданным качеству точности и шероховатости данной поверхности и с учетом размера, массы, и формы детали, выбирают возможные методы окончательной обработки. Зная вид заготовки, таким же образом выбирают первый начальный метод маршрута. Базируясь на завершающий и первый методы обработки, устанавливают промежуточные». [17]

«При этом придерживаются следующего правила: каждый последующий способы обработки должен быть точнее предыдущего. Это значит, что каждая очередная операция, переход или рабочий ход должны выполняться с меньшим технологическим допуском, обеспечивать повышение качества и снижение шероховатости обрабатываемой поверхности». [17]

«При определении количества промежуточных операций исходят из технических возможностях выбираемых методов обработки с точки зрения достигаемых экономической точности и качества поверхностей. Технологический допуск на промежуточный размер и качество поверхности, полученные на предшествующем этапе обработки, должны находиться в пределах, при которых можно использовать намеченный последующий метод обработки». [17]

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=5,0$) поверхностей 1, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 18 обозначенным на чертеже вала-шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение.

Согласно необходимым качеству точности (IT5), формы и шероховатости ($Ra=0,4$) поверхностей 2, 17 обозначенным на чертеже вала-шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование и полировка.

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=1,6$) поверхностей 3, 32 обозначенным на чертеже вала-шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: черновое и чистовое точение, черновое шлифование.

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=1,6$) поверхностей 19, 20 обозначенным на чертеже вала-

шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: центровально-подрезная обработка, центрошлифование.

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=5,0$) поверхностей 21, 23-26, 28 обозначенным на чертеже вала-шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: сверление и расточка.

Согласно необходимым качеству точности (IT14), формы и шероховатости ($Ra=5,0$) поверхностей 22, 27 обозначенным на чертеже вала-шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: сверление.

Согласно необходимым качеству точности (IT7), формы и шероховатости ($Ra=1,6$) поверхностей 30 обозначенным на чертеже вала-шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: протягивание.

Согласно необходимым качеству точности (IT10), формы и шероховатости ($Ra=1,6$) поверхности 11 обозначенным на чертеже вала-шестерни ленточного конвейера, примем следующие методы для обработки этой поверхности: зубофрезерование.

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». [14]

«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». [14]

«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». [14]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 2 с параметрами

$\varnothing 25k6_{+0,002}^{+0,011}$ мм, $L = 30$ мм, $Ra = 0,4$ мкм.

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td. \quad [1] \quad (6)$$

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

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,21 = 0,053.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,052 = 0,013.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,084 = 0,021.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,032 = 0,008.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,013 = 0,003.$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,009 = 0,002.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

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

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

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

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0} = 0,253.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{\partial 0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,021^2 + 0^2} = 0,121.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,038.$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,015 + \sqrt{0,003^2 + 0} = 0,018.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 1,025 + 0,5(2,5 + 0,21) = 2,38.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,253 + 0,5(0,21 + 0,052) = 0,384.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,121 + 0,5(0,052 + 0,032) = 0,163.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,038 + 0,5(0,032 + 0,013) = 0,061.$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,018 + 0,5(0,013 + 0,009) = 0,029.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 25,002.$$

$$d_{5\max} = 25,011.$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 25,011 + 2 \cdot 0,029 = 25,069.$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 25,069 + 0,009 = 25,078.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 25,078 + 2 \cdot 0,038 = 25,154.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 25,154 + 0,013 = 25,167.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 25,167 + 2 \cdot 0,100 = 25,409.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 25,409 + 0,084 = 25,493.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 25,409 \cdot 0,999 = 25,384.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 25,384 + 0,052 = 25,436.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 25,436 + 2 \cdot 0,253 = 25,942.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 25,962 + 0,210 = 26,152.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 26,152 + 2 \cdot 1,025 = 28,202.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 28,202 + 2,500 = 30,702.$$

Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(30,702 + 28,202) = 29,452.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(25,942 + 26,152) = 26,047.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(25,436 + 25,384) = 25,410.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(25,167 + 25,154) = 25,161.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(25,078 + 25,069) = 25,074.$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(25,011 + 25,002) = 25,007.$$

Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max}. \quad (10)$$

$$2Z_{\min} = 28,202 - 25,011 = 3,191.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5. \quad (11)$$

$$2Z_{\max} = 3,191 + 2,5 + 0,009 = 5,700.$$

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

$$2Z_{cp} = 0,5(3,191 + 5,700) = 4,446.$$

Полученные значения припусков будем использовать при проектировании технологических операций обработки вала-шестерни привода ленточного конвейера.

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». [20]

«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». [20]

«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». [20]

«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». [24]

2.6.1 Расчет режимов резания на операцию 020.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,3$. [18]

Подача $S = 0,2$. [18]

Скорость резания

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

где $K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0; V_0 = 180$. [28]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104, \text{ м/мин.}$$

Частота

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

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 48} = 690 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

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

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 630}{1000} = 95 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

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

$$T_0 = \frac{105}{126} = 0,83 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Длина рабочего хода

$$L = L_p + L_{II} + L_D, \quad (18)$$

где $L_{II} = 8$; $L_D = 0$.

$$L = 65 + 8 + 0 = 73 \text{ мм.}$$

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda, \quad (19)$$

где $T_M = 60$ мин.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1. \quad (20)$$

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

Подача $S = 0,2$. [18]

Скорость резания

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

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

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 19} = 179,3 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 160}{1000} = 9,55 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{73}{32} = 2,28 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 0,3$. [18]

Подача $S = 0,3$. [18]

Скорость резания

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 19} = 1741 \text{ мин}^{-1}. \quad n = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 1600}{1000} = 95,5 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 1600 = 1440 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{10}{1440} = 0,01 \text{ мин.}$$

2.6.2 Режимы резания на операцию 040.

Осевая сила резания

$$P_0 = q_0 \cdot \Sigma l_p \cdot k_p, \quad (22)$$

где $q_0 = 72 \text{ Н/мм}$. [18]

$$k_p = k_{pm} \cdot k_{po} \cdot k_{pp} \cdot k_{pk}, \quad (23)$$

где $k_{pm} = 1; k_{po} = 1; k_{pp} = 1; k_{pk} = 1$.

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

$$\Sigma l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_p}{Z_c}. \quad (24)$$

$$Z_p = \frac{l}{t} + 1, \quad (25)$$

где $l = 60,15; t = 10$. [18]

$$Z_p = \frac{60,15}{10} + 1 = 7. \quad Z_c = 2. \quad [18]$$

$$\Sigma l_p = \frac{3,14 \cdot 29,86 \cdot 7}{2} = 328 \text{ мм.}$$

$$P = 72 \cdot 328 \cdot 1 = 23178 \text{ Н.}$$

Принимаем скорость резания

$$V = 8 \text{ м/мин.}$$

Операционное время

$$T_0 = \frac{L}{1000 \cdot V}. \quad (26)$$

$$T_0 = \frac{74}{1000 \cdot 8} = 0,02 \text{ мин.}$$

Найденные значения режимов резания изготовления вала-шестерни привода ленточного конвейера 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

«Для установки деталей типа втулок, стаканов, фланцев, коротких валов широкое применение находят самоцентрирующие трехкулачковые патроны. Они должны обеспечивать: сокращение времени на установку заготовок, на переналадку и замену кулачков, на смену самого патрона, переналадку станка при переходе на центровые работы; соосность оси заготовки относительно оси шпинделя в процессе обработки; силу зажима; снижение влияния центробежных сил на силу зажима заготовки; необходимый размер центрального отверстия для возможности обработки разных по размеру заготовок; возможность установки в патроне заготовок различной конфигурации». [24]

При обработке кулачков, не прошедших операцию закалки, применяют операции точения и растачивания. Снижение времени данной обработки после установки может осуществляться за счет автоматизации этой операции на станках с ЧПУ по программе. Заготовки при изготовлении кулачков, собранные в комплекты, крепятся в специальных приспособлениях. На кулачки действует центробежные силы, которые необходимо учитывать, так как современные станки с ЧПУ имеют высокие скорости вращения шпинделя, а центробежные силы снижают силы прижима кулачков к заготовке.

«Уменьшение влияния центробежных сил на силу закрепления обеспечивается снижением массы кулачков. Центробежную силу компенсируют встраиванием в корпус патронов противовесов, соединенных рычагом с кулачками. Но нельзя значительно увеличивать высоту патрона. Если расчетная сила зажима превышает допустимую для данного патрона, то нужно уменьшить либо глубину резания и подачу или уменьшить скорость

резания, снизив тем самым центробежную силу. Основным мероприятием следует считать снижение частоты вращения шпинделей». [24]

3.2 Исходные данные

Токарная операция 020 содержит обработку наружных поверхностей вала-шестерни привода ленточного конвейера и выполнение фасок. Схема обработки представлена на рисунке 2.

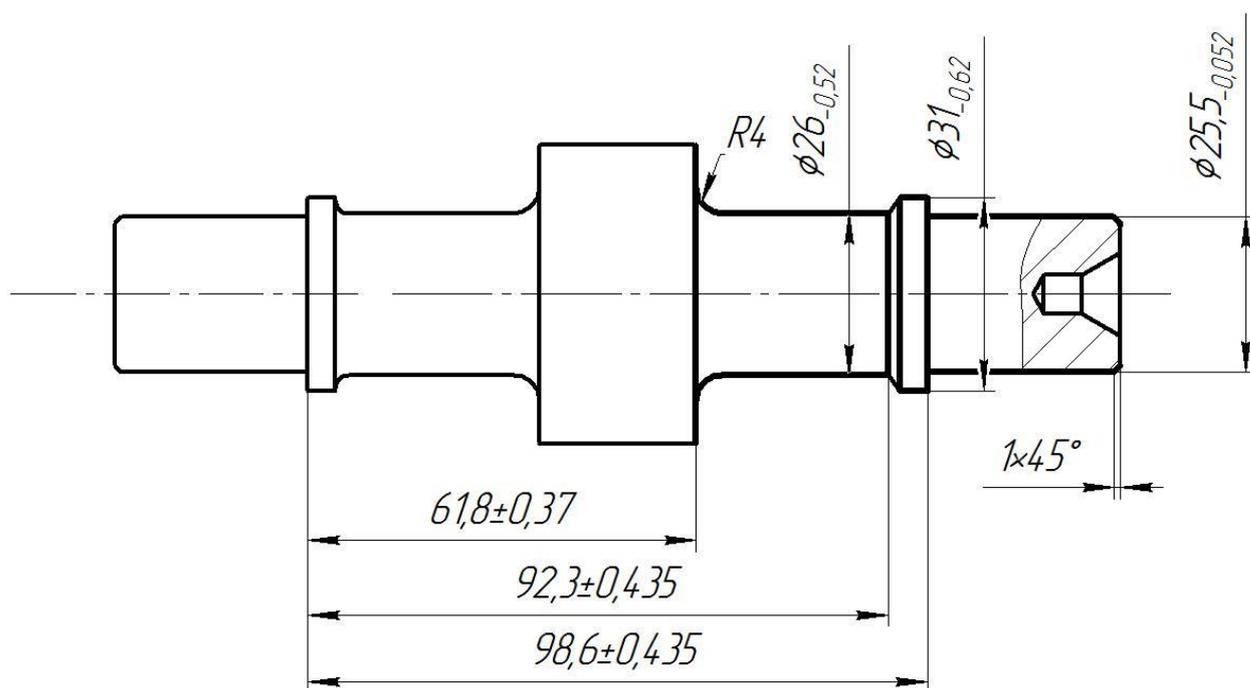


Рисунок 2 – Схема операции 020

3.3 Силовой расчет

Определим силы резания, воздействующие на заготовку, в результате токарной обработки

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

где для P_Y : $C_p = 243$; $x = 0,9$; $y = 0,6$; $n = -0,3$; [24]

для P_z : $C_p = 300, x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$; [24]

$K_p = 0,9$. [24]

$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 0,9129 = 103,42$, Н.

$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 95^{-0,3} \cdot 1,279 = 86,68$, Н.

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 4.

Вычислим крутящий момент

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}. \quad (22)$$

$$M_p = \frac{103,42 \cdot 25,5}{2} = 1319, \text{ Н.}$$

Момент от силы зажима вычисляется по формуле

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}. \quad (23)$$

Так как предыдущие моменты должны уравновешивать друг друга, то

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

Еще найдем коэффициент запаса для надежности фиксации заготовки в патроне

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (25)$$

где $K_0 = 1,8; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0$. [24]

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

Коэффициент трения $f = 0,3$. [24]

Проведя математические преобразования, получим

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (26)$$

$$W = \frac{2 \cdot 103,42 \cdot 48}{0,3 \cdot 25,5} = 1168 \text{ Н.}$$

Чертеж спроектированного токарного патрона для закрепления заготовки на операции 020 техпроцесса изготовления вала-шестерни привода ленточного конвейера представлен в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Общие сведения

«Протягивание представляет собой высокопроизводительный процесс, обеспечивающий точность обработки до шестого качества и шероховатость получаемой поверхности до Ra 0,32 мкм. С помощью протяжного инструмента можно обрабатывать как внутренние, так и наружные поверхности. Использование комплекта протяжек позволяет удалять большие припуски. К достоинствам протягивания также следует отнести возможность совмещения черновой и чистовой обработки в пределах одного рабочего хода инструмента, легкость получения поверхности со сложным контуром, простоту конструкции протяжных станков, что связано с необходимостью осуществления только одного движения резания, отсутствие высоких требований к квалификации операторов, работающих на протяжных станках». [27]

«Эффективность процесса протягивания обусловлена принципом работы и конструкцией инструмента, в своей основе отличающихся от других металлорежущих инструментов. При протягивании съём материала осуществляется перемещением ряда последовательно расположенных зубьев, последующие из которых имеют превышение над предыдущими, что заменяет движение подачи, необходимое при других видах обработки. Трансформация производящего контура зубьев обеспечивает превращение исходной поверхности в требуемую. Как следствие скорость образования новой поверхности определяется не скоростью движения подачи, а скоростью главного движения. Поэтому, не смотря на то, что для протяжек основным материалом являются инструментальные стали и преобладающие значения скорости резания находятся в пределах 2...10 м/мин, производительность протягивания оказывается на порядок выше, чем других методов обработки металлов резанием». [27]

«Протяжки являются сугубо специальным инструментом, как правило, ориентированным на обработку одной детали и редко узкой группы деталей, имеющих идентичные поверхности, которые могут быть получены протягиванием. Однако эти недостатки в условиях крупносерийного и массового производства полностью компенсируются достоинствами протяжного инструмента, и определяет масштабное применение как внутреннего, так и наружного протягивания. Более того, проведение унификации размеров, разрешенных на данном предприятии для применения для конструкторской разработке тех или иных машин (шпоночные пазы, шлицевые отверстия) позволяет применять протягивание в условиях мелкосерийного и даже единичного производства. В итоге, появившись в начале прошлого века, протяжной инструмент занял заметное место в металлообработке. С его помощью выполняют цилиндрические отверстия диаметром от трех до четырехсот миллиметров, шлицевые отверстия диаметром до 320 мм, шпоночные пазы шириной до 100 мм. До 40% шлицевых отверстий, до 32% круглых отверстий и до 24% шпоночных пазов получают протягиванием». [27]

4.2 Проектирование протяжки

В нашем случае для операции 040 Протяжной необходимо спроектировать круглую протяжку для обработки круглого отверстия $\varnothing 28,1^{+0,03}$.

Размер отверстия под протягивание – $\varnothing 8,5^{+0,036}$ мм.

Размер отверстия после протягивания – $\varnothing 11H7(^{+0,018})$ мм.

Длина обработки $L = 25$ мм.

Рассчитаем геометрические параметры режущей части протяжки.

Принимаем задний угол режущих зубьев $\alpha_{ro} = 2^\circ$; передний угол $\gamma_{ro} = 12^\circ$. [19]

Параметры стружечных канавок режущих зубьев представлены на рисунке 3.

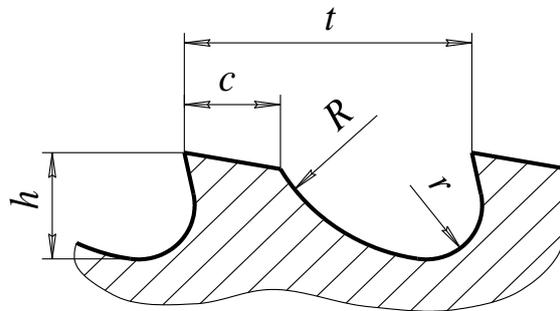


Рисунок 3 - Стружечная канавка

Вычислим припуск под протягивание A

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2}. \quad (27)$$

$$A = \frac{11,009 - 8,5}{2} = 1,255, \text{ мм.}$$

Найдем шаг режущих зубьев

$$t = (1,25 \dots 1,5) \sqrt{L_0}. \quad (28)$$

$$t = 1,3 \sqrt{25} = 6,5, \text{ мм.}$$

Принимаем параметры стружечных канавок $h = 3; c = 3; r = 1,5; R = 7; F_K = 7,07$. [19]:

Вычислим толщину среза один зуб протяжки, округляя полученное значение до 0,001 мм

$$a_z = \frac{F_K}{KL_0}, \quad (29)$$

где $K=4$. [19]

$$a_z = \frac{7,07}{4 \cdot 25} = 0,071, \text{ мм.}$$

Вычислим число одновременно работающих режущих зубьев

$$q = \left[\frac{L_0}{t} + 1 \right]. \quad (30)$$

$$q = \frac{25}{8} + 1 = 5.$$

Вычислим силу, приходящуюся на 1 мм длины обрабатываемого контура

$$P_z = C_p \cdot \sigma_B \cdot a_z^{0,85} \cdot K_\gamma. \quad (31)$$

$$K_\gamma = \frac{90 - \lambda}{75}. \quad (32)$$

$$K_\gamma = \frac{90 - 12}{75} = 1,04.$$

Для протягивания сталей $C_p = 4,3$.

$$P_z = 4,3 \cdot 280 \cdot 0,071^{0,85} \cdot 0,96 = 122,030, \text{ Н.}$$

Вычислим усилие протягивания

$$P_T = \pi \cdot P_z \cdot D \cdot q. \quad (33)$$

$$P_T = 3,14 \cdot 122,03 \cdot 11 \cdot 5 = 2107458 \text{ Н.}$$

Вычислим напряжение в канавке перед первым зубом

$$\sigma_1 = \frac{4P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2}. \quad (34)$$

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot 21074,58}{3,14(8,5 - 2 \cdot 4)^2} = 5,81, \text{ МПа.}$$

Вычислим число черновых зубьев

$$z = \frac{A - a'_z z'}{a_z} + 1. \quad (35)$$

$$z = \frac{1,255 - 0,024 \cdot 2}{0,071} + 1 = 18.$$

На чистовом зубе толщина среза равна $a'_z = 0,01$, а количество чистовых зубьев $z' = 2$.

Вычислим номинальные размеры черновых режущих зубьев (мм)

$$D_i = D_0 + 2a_z(i - 1). \quad (36)$$

$$D_1 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(1 - 1) = 8,500.$$

$$D_2 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(2 - 1) = 8,642.$$

$$D_3 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(3 - 1) = 8,784.$$

$$D_4 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(4 - 1) = 8,926.$$

$$D_5 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(5 - 1) = 9,068.$$

$$D_6 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(6 - 1) = 9,210.$$

$$D_7 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(7 - 1) = 9,352.$$

$$D_8 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(8 - 1) = 9,494.$$

$$D_9 = 8,5 + 2 \cdot 0,071(9 - 1) = 9,636.$$

$$D_{10} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(10 - 1) = 9,778.$$

$$D_{11} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(11 - 1) = 9,920.$$

$$D_{12} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(12 - 1) = 10,062.$$

$$D_{13} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(13 - 1) = 10,204.$$

$$D_{14} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(14 - 1) = 10,346.$$

$$D_{15} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(15 - 1) = 10,488.$$

$$D_{16} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(16 - 1) = 10,630.$$

$$D_{17} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(17 - 1) = 10,772.$$

$$D_{18} = 8,5 + 2 \cdot 0,071(18 - 1) = 10,914.$$

Диаметры чистовых зубьев (мм)

$$D_{q1} = D_z + 2a'_z j. \quad (37)$$

$$D_{q1} = 10,914 + 2 \cdot 0,024 \cdot 1 = 10,962.$$

$$D_{q2} = 10,914 + 2 \cdot 0,024 \cdot 2 = 11,009$$

Вычислим длину режущей части (мм)

$$l_p = t \cdot (z + z'). \quad (38)$$

$$l_p = 8 \cdot (18 + 2) = 160.$$

Принимаем количество калибрующих зубьев

$$z_k = 7. [19]$$

Чертеж протяжки для обработки внутреннего круглого отверстия вала-шестерни привода ленточного конвейера представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данной работе мы проектируем технологический процесс изготовления вала-шестерни привода ленточного конвейера. 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 16М20Ф3, зубофрезерная операция, проводимая на зубофрезерном станке 5К328, протяжная операция, проводимая на вертикально-протяжном станке 7Б66, центрошлифовальная операция, проводимая на центрошлифовальном станке ZSM 5100, зубошлифовальная операция, проводимая на зубошлифовальном станке 5М841, две торцевкруглошлифовальные операции, проводимые на торцевкруглошлифовальных станках 3Т161, две круглошлифовальные операции, проводимые на круглошлифовальных станках с ЧПУ 3М151Ф2, две полировальные операции, проводимые на шлифовально-полировальных станках 3В853, моечная и контрольная операции.

За базовый вариант техпроцесса был взят типовой техпроцесс обработки вала-шестерни. В этом техпроцессе были модернизированы две операции, а именно 020 Токарная чистовая операция, выполняемая на токарном станке с ЧПУ 16М20Ф3, а также 040 Протяжная операция, выполняемая на вертикально-протяжном станке 7Б66. 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». [25]

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 16М20Ф3, который показан на рисунке 4, 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 4 – Токарный станок 16М20Ф3

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 [2], 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 [5], 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 [3]. Эти мероприятия устранят проблемы возникновения заболевания органов дыхания у операторов станков.

Еще одним опасным фактором является то, что оператору токарного станка 16М20Ф3 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 [7] 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». [23]

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

Вертикально-протяжной станок модели 7Б66, в отличие от токарного станка 16М20Ф3, не имеет защитного кожуха, который бы закрывал зону обработки от вылета образовавшейся стружки, от действия высоких температур, возникающих при резании и так далее.

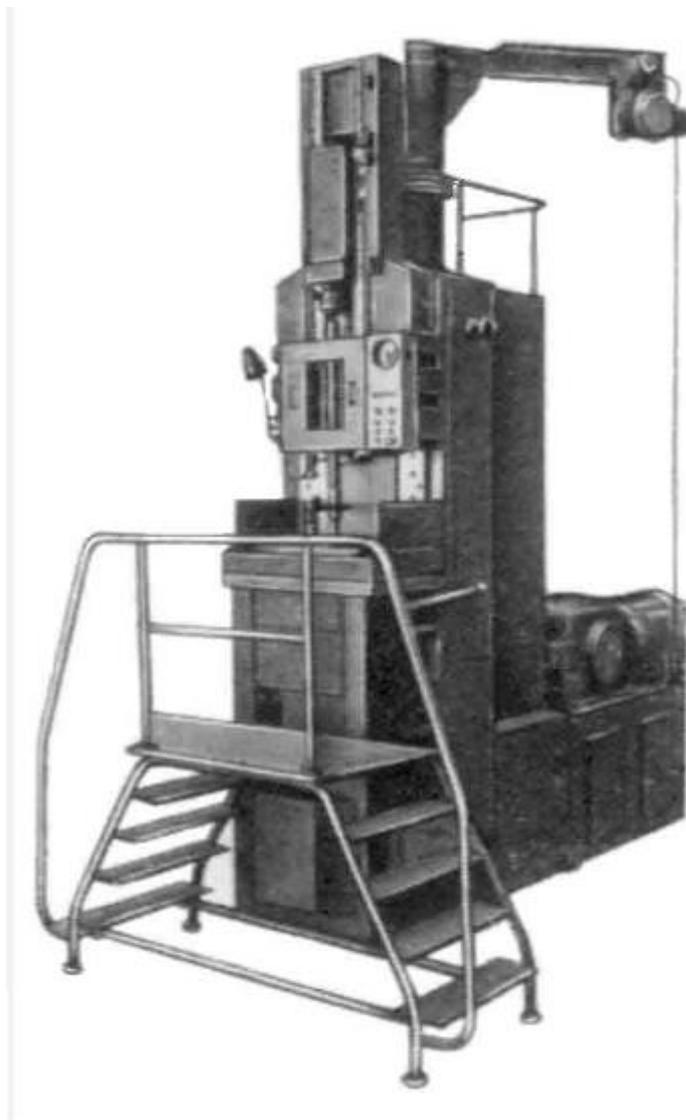


Рисунок 7 – Вертикально-протяжной станок 7Б66

Станочнику, выполняющему работы на вертикально-протяжном станке модели 7Б66 для защиты органов зрения от попадания стружки, образующейся при резании, необходимо перед началом работ надеть защитные очки ГОСТ Р 12.4.013-97 [8].

Важно на предприятии иметь противопожарную систему ГОСТ Р 59638-2021 [9] 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». [9]

На участке механической обработки вала-шестерни привода ленточного конвейера необходимо иметь такую систему для своевременного реагирования и обеспечение безопасности на машиностроительном предприятии.

«Общие требования пожарной безопасности присуще всем технологиям, регламентируются [26] 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». [23]

В данном разделе нами проанализированы опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникать при работе на токарной и протяжной операциях изготовления вала-шестерни привода ленточного конвейера. 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.

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 8.

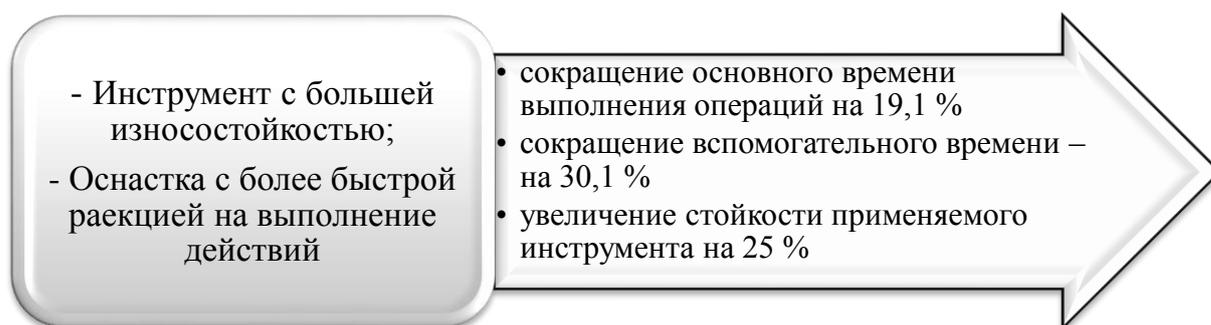


Рисунок 8 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 8, 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 9.



Рисунок 9 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 9 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 вала-шестерни двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 10.

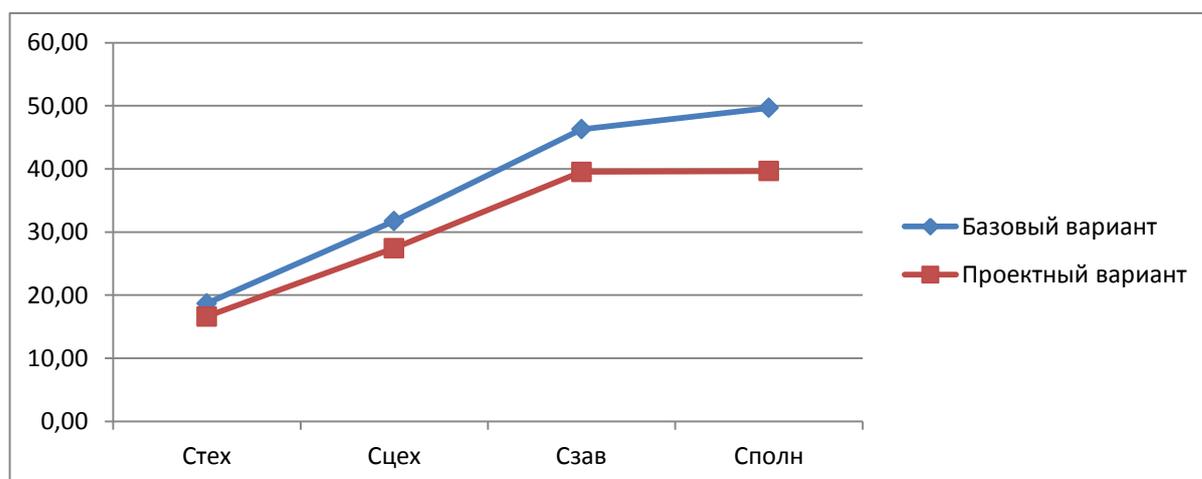


Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 10 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 вала-шестерни после предложенных совершенствований на 17,52 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 11 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 – $Z_{ПР} = 61807,63$ руб.;
- затраты на оснастку – $K_{ПР} = 2042,87$ руб.;
- затраты на инструмент – $K_{И} = 5157,17$ руб.;
- оборотные средства в незавершенном производстве – $НЗП = 50,31$ 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 12.



Рисунок 12 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 12, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, т. к. это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 13459,13 руб.

Заключение

В результате выполнения работы нами был спроектирован технологический процесс изготовления вала-шестерни привода ленточного конвейера заданного качества с минимальной себестоимостью, согласно заданной годовой программы выпуска.

Вначале нами проанализирована конструкция вала-шестерни, а также конструкция ленточного конвейера, куда входит данная деталь. Также проанализирован материал, из которого изготавливается вал-шестерня конвейера. Рассмотрены его характеристики и химический состав. Также была проанализирована технологичность конструкции вала-шестерни конвейера.

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 вала-шестерни конвейера и выбрана штамповка. Для изготовления каждой поверхности вала-шестерни конвейера выбраны методы механической обработки. На обработку самой точной поверхности в работе рассчитаны припуски. Далее был спроектирован технологический процесс и определены режимы резания на токарную 020 и протяжную 040 операции.

Для базирования заготовки на токарной 020 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 вала-шестерни конвейера на протяжной 045 операции нами разработана конструкция круглой протяжки.

Список используемой литературы

1. 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.
2. ГОСТ 12.4.252-2013. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытания. – 15 с.
3. ГОСТ 12.4.296-2015. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Респираторы фильтрующие. Общие технические условия. – 11 с.
4. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Основные термины и определения. – 9 с.
5. ГОСТ 22270-2018. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения. – 28 с.
6. ГОСТ 4543-2016. Металлопродукция из конструкционной легированной стали. – 53 с.
7. ГОСТ EN 12840-2011. Станки токарные с ручным управлением, оснащенные и не оснащенные автоматизированной системой управления. – 59 с.
8. ГОСТ Р 12.4.013-97. Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Общие технические условия. – 16 с.
9. ГОСТ Р 59638-2021. Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. – 24 с.
10. Киселев Б.Р. Ленточные конвейеры обрабатывающей промышленности / Б.Р. Киселев. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 212 с.
11. 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.

12. Кондрашева С.Г. Проектирование привода ленточного конвейера : учебное пособие / С.Г. Кондрашева, В.В. Сагадеев, В.А. Лашков, Р.А. Усманов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – 120 с.
13. Копылов Ю.Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 500 с.
14. Копылов, Ю. Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю. Р. Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 252 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. Преображенская Е.В. Обеспечение точности изделий : учебное пособие / Е.В. Преображенская, Н.С. Баранова. – М. : МИРЭА – Российский технологический университет. 2021. – 91 с.
17. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А.Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 530 с.
18. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
19. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : учебное пособие / Л. А. Резников. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 192 с.
20. 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.
21. Сапунов С.В. Материаловедение : учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 208 с.

22. Семакина О.К. Технология химического машиностроения : учебное пособие / О.К. Семакина ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 144 с.
23. 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.
24. Тарабарин О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : Учебное пособие / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. – 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 304 с.
25. 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.
26. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
27. Филиппенко Н.Г. Алгоритм проектирования внутренней протяжки для обработки отверстий : учеб.метод. пособие / Н.Г. Филиппенко, А.В. Карпов. – Иркутск : ИрпГУПС, 2022. – 104 с.
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.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	обозначение документа			
											КОИД	ЕН	ОП	Конт
B	Лист 2													
	Код, наименование оборудования													
T 19	396110	XXXX	Патрон самоцентр.	39284.1XXXX	Центр вращающийся.	XXXXXX.XXXX	цпр	откидной.						
T 20	392104	XXXX(2)	Резец механич.	T5K10.	393111.XXXX	ШЦ-И-350-0.1.	393120.XXXX(2)	Калибр-скоба.						
21														
A 22	XX XX XX	015	Токарная черновая	ИОТ И37.101.7001-93.										
B 23	381111	XXXX	165161Г1	2	18225	422	1P	1	1	100	1	8	0.36	
O 24	Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 265_{-0.052}^{+0.052}$; 125 ± 0.5 ; $\varnothing 315_{-0.062}^{+0.062}$; $\varnothing 256_{-0.052}^{+0.052}$.													
T 25	396110	XXXX	Патрон самоцентр.	39284.1XXXX	Центр вращающийся.	XXXXXX.XXXX	цпр	откидной.						
T 26	392104	XXXX(2)	Резец механич.	T5K10.	393111.XXXX	ШЦ-И-350-0.1.	393120.XXXX(2)	Калибр-скоба.						
27														
A 28	XX XX XX	020	Токарная чистовая	ИОТ И37.101.7001-93.										
B 29	381111	XXXX	165161Г1	2	18225	422	1P	1	1	100	1	8	5.52	
O 30	Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 48_{-0.062}^{+0.062}$; 92 ± 0.435 ; $\varnothing 26_{-0.052}^{+0.052}$; 125 ± 0.5 ; $\varnothing 31_{-0.062}^{+0.062}$.													
O 31	$\varnothing 25.2_{-0.052}^{+0.052}$; 160 ± 0.5 , сверлить отв. $\varnothing 19_{-0.032}^{+0.032}$ на длину 71.5 ± 0.2 , точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 19_{-0.032}^{+0.032}$ и R2, выполнить фаску $1.5 \times 30^{\circ}$.													
T 33	396110	XXXX	Патрон самоцентр.	39284.1XXXX	Центр цпрный.	XXXXXX.XXXX	цпр	откидной.						
T 34	392104	XXXX(2)	Резец механич.	T5K10.	393111.XXXX	ШЦ-И-350-0.1.	393120.XXXX(2)	Калибр-скоба.						
35														
A 36	XX XX XX	025	Токарная чистовая	ИОТ И37.101.7001-93.										
B 37	381111	XXXX	165161Г1	2	18225	422	1P	1	1	100	1	8	5.16	
O 38	Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 26_{-0.052}^{+0.052}$; 92.3 ± 0.37 ; $\varnothing 31_{-0.062}^{+0.062}$; 98.6 ± 0.435 ; $\varnothing 25.5_{-0.052}^{+0.052}$.													
O 39	выполнить R4, сверлить фаску $1 \times 45^{\circ}$, сверлить отв. $\varnothing 19_{-0.032}^{+0.032}$ на длину 5 ± 0.2 , отв. $\varnothing 8.5_{-0.030}^{+0.030}$ на длину 25.													
O 40	точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 19_{-0.032}^{+0.032}$; R2, выполнить фаску $1.5 \times 30^{\circ}$.													
T 41	396110	XXXX	Патрон самоцентр.	39284.1XXXX	Центр вращающийся.	XXXXXX.XXXX	цпр	откидной.						
МК														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 3																				
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа											
					Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Китп	Тпоз	Тштп				
Т 42	392104.ХХХХ(2)	Резец механич.	Т5К10; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ(2) Калибр-скоба.																	
43																				
А 44	ХХ ХХ ХХ 030	4272	Зидофрезерная	ИОТ	ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ															
Б 45	381631	ХХХХ	5К32А	Зидофрезерн.	2 18632	322	1Р	1	1	100	1	16	2,14							
0 46	Фрезеровать прямые зидья m = 2 мм, z = 22.																			
Т 47	396181.ХХХХ	приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХ(4) патрон центровой; 391822.ХХХХ Фреза																		
Т 48	червячная Р6М5 m=2; 393111.ХХХХ ШЦ-И-100-0.05; 393120.ХХХХ Калибр.																			
49																				
А 50	ХХ ХХ ХХ 033	4121	Сверлильная	ИОТ	ИЗ7.101.7015-00.															
Б 51	381213	ХХХХ	2Р135Ф2-1	Верт.-сверл.	2	322	1Р1	1	1	100	1	5	0,48							
0 52	Сверлить 2 отверстия, выдерживая размеры Ø5 ^{+0,03} ; 50±0.31; 60±0.37.																			
Т 53	396181.ХХХХ	Приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХХХ(4) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло																		
Т 54	Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0.05.																			
55																				
А 56	ХХ ХХ ХХ 035	4271	Протяжная	ИОТ	ИЗ7.101.7026-02.															
Б 57	381623	ХХХХ	7Б66	Вертик.-протяжной.	2	17001	422	1Р	1	1	100	1	16	2,14						
0 58	Протянуть отв. Ø11 ^{+0,016} насквозь, протянуть шлицевое отверстие d=6x11П7x14Н11x3F10 насквозь.																			
Т 59	ХХХХХХ.ХХХХ	Патрон; ХХХХХХ.ХХХХ Протяжка конусная Р6М5; ХХХХХХ.ХХХХ Протяжка шлицев.																		
Т 60	Р6М5; 393111 Калибр-продка.																			
61																				
А 62	ХХ ХХ ХХ 040	Термическая (закалка) ИОТ ИЗ7.101.70715-07.																		
Б 63		ТВ4																		
64																				
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СИ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа			Тшт	
											КОИД	ЕН	ОП		
B	Код, наименование обозначения														
A.69	XX XX XX	XX	043	Центрошлифовальная ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.										
B.70	381623	XXXX	МФ104	Центрошлиф.	2 17001 422 1P 1	1	1	100	1	10	0.5				
0.71	Шлифовать центр. отверстие, выдерживая размеры $60^{0 \pm 0,15}$; $\phi 10,6^{+0,16}$.														
T.72	393550	Специальный шаблон.													
T3															
A.74	XX XX XX	045	Зубошлифовальная ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.											
B.75	38131X	XXXX	5M841	Зубошлиф.	2 17003 422 1P 1	1	1	100	1	120	2,79				
0.76	Шлифовать зидья вала-шестерни $m = 2$ мм, $z = 22$, класс точности 7-В.														
T.77	39611X.XXXX	Патрон лободковы: 39284.1XXXX Центр жесткий: XXXXXX.XXXX Упор откидной.													
T.78	398110.XXXX	Круг шлифовальный профильный 125AF16k5L7 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007.													
T.79	3943XX.XXXX	Шагомер резьбовой: 3944XX.XXXX Биенцемер.													
80															
A.81	XX XX XX	050	Шлифовальная ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.											
B.82	38131X	XXXX	31161	Торцевуглошлиф.	2 18873 322 1P 1	1	1	100	1	10	2,23				
0.83	Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $\phi 25_{-0,033}$; $129,3 \pm 0,5$.														
T.84	39611X.XXXX	Патрон лободковы: 39284.1XXXX Центр вращающийся: XXXXXX.XXXX Упор откидной.													
T.85	398110.XXXX	Круг шлифовальный 1350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.													
T.86	393120.XXXX(2)	Скоба индикаторная: 393410.XXXX Микрометр.													
87															
A.88	XX XX XX	055	Шлифовальная чистовая ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.											
B.89	38131X	XXXX	31161	Торцевуглошлиф.	2 18873 322 1P 1	1	1	100	1	10	2,23				
0.90	Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $\phi 25,1_{-0,033}$; $129,3 \pm 0,5$.														
T.91	39611X.XXXX	Патрон лободковы: 39284.1XXXX Центр вращающийся: XXXXXX.XXXX Упор откидной.													
МК															

Лист 4

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 5																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Обозначение документа											
								Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тип				
Б					Код, наименование обработки														
Т 94					Круг шлифовальный 1 600х60х150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 95					393120.XXXX(X2) скода индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр.														
96																			
А 97					Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 98					38131X XXXX 3М193 Круглошлиф. 2 18873 322 1P 1 1 1 100 1 10 2.35														
О 99					Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25.05_{-0.33}$.														
Т 100					39611X.XXXX Патрон лободковый; 39284.1XXXX Центр вращающийся. XXXXXX.XXXX Упор откидной.														
Т 101					398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600х60х150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 102					393120.XXXX(X2) скода индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр.														
103																			
А 104					Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 105					38131X XXXX 3М193 Круглошлиф. 2 18873 322 1P 1 1 1 100 1 10 2.35														
О 106					Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 25.05_{-0.33}$.														
Т 107					39611X.XXXX Патрон лободковый; 39284.1XXXX Центр вращающийся. XXXXXX.XXXX Упор откидной.														
Т 108					398110.XXXX Круг шлифовальный 1 600х60х150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 109					393120.XXXX(X2) скода индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр.														
110																			
А 111					Полировальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00														
Б 112					38131X XXXX 3В853 оливоальный 2 18873 322 1P 1 1 1 100 1 10 2.35														
О 113					Полировать поверхность, выдерживая размер $\phi 25.05_{-0.002}$.														
Т 114					39611X.XXXX Патрон лободковый; 39284.1XXXX Центр вращающийся. XXXXXX.XXXX Упор откидной.														
Т 115					398110.XXXX Круг полировальный лепестковый ГОСТ Р 52781-2007.														
Т 116					393120.XXXX(X2) скода индикаторная; 3934.10.XXXX Микрометр; XXXXXX.XXXX Профилометр.														
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 6																
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции		Р	УТ	КР	КОИД	Обозначение документа					
					Код наименования обработки	СМ					проф.	ЕН	ОП	Клм	Тпоз	Тшт
А 117	XX XX XX	075	Полірвальная	ИОТ	ИЗ7.101.74.19.1-00.						1	1	100	1	10	2,35
Б 118	38131X XXXX	3В853	олірвальний 2	18873	322 1Р 1						1	1	100	1	10	2,35
0 119	Полірвать поверхність, вдерживая размер $\phi 25_{+0,001}^{-0,002}$.															
Т 120	39611X XXXX	Патрон	поводковий: 39284.1.XXXX	Центр	вращающийся: XXXXXX.XXXX	Упор	откидной:.									
Т 121	398110.XXXX	Круг	полірвальний лепестковий	ГОСТ Р	52781-2007:											
Т 122	393120.XXXX(2)	свода	индикаторная: 3934.10.XXXX	Микрометр: XXXXX.XXXX	Профиллометр.											
123																
А 124	XX XX XX	080	Маячная	ИОТ	ИЗ7.101.XXXX											
125																
А 126	XX XX XX	085	Контрольная	ИОТ	ИЗ7.101.XXXX											
127																
128																
129																
130																
131																
132																
134																
135																
136																
137																
138																
139																
140																
МК																