

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 патрона горизонтально-протяжного станка

Обучающийся

М.А. Ставицкий

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

д-р экон. наук, доцент А.А. Курилова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент, Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления патрона горизонтально-протяжного станка.

Автор: Ставицкий Максим Александрович.

В выпускной работе спроектирован технологический процесс изготовления патрона горизонтально-протяжного станка.

На первом этапе работы была проанализирована конструкция патрона горизонтально-протяжного станка, проведен анализ материала, из которого выполнен патрон, и его свойств, а также выполнен анализ конструкции детали на технологичность.

На втором этапе выполнения работы нами проведена оценка типа производства, согласно годовой программе выпуска деталей и определен среднесерийный тип машиностроительного производства, выбран тип заготовительного производства для выполнения заготовки, рассчитаны припуски на одну из поверхностей. Далее спроектирован технологический процесс изготовления корпуса протяжного патрона и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на фрезерной операции нами спроектированы тиски. В отличие от патрона из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет гидравлический привод, при помощи которого происходит автоматизированный зажим и разжим заготовки на операции. Данное мероприятие снижает вспомогательное время фрезерной операции, а это экономически выгодно.

Для этой же фрезерной операции техпроцесса изготовления корпуса спроектирован режущий инструмент, которым является дисковая фреза.

Abstract

Theme: The technological process of manufacturing the cartridge of a horizontal broaching machine.

Author: Stavizkiy Maxim.

In the final work, the technological process of manufacturing the cartridge of a horizontal broaching machine is designed.

At the first stage of the work, the design of the cartridge of the horizontal broaching machine was analyzed, the material from which the cartridge is made was analyzed, and its properties were analyzed, as well as the design of the part was analyzed for manufacturability.

At the second stage of the work, we evaluated the type of production, according to the annual program for the production of parts, and determined the average serial type of machine-building production, selected the type of procurement production for the workpiece, calculated allowances for one of the surfaces. Next, the technological process of manufacturing the body of the broaching chuck is designed and the cutting modes for some operations are calculated.

We have designed a vise to secure the workpiece during the milling operation. Unlike the cartridge from the basic version of the process technology, this device has a hydraulic drive, with which an automated clamping and uncompressing of the workpiece takes place during operation. This measure reduces the auxiliary time of the milling operation, and this is economically beneficial.

For the same milling operation of the housing manufacturing process, a cutting tool has been designed, which is a disc milling cutter.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Анализ исходных данных..... | 7 |
| 1.1 Назначение и условия работы детали..... | 9 |
| 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..... | 14 |
| 2.4 Выбор методов обработки..... | 16 |
| 2.5 Расчет припусков..... | 23 |
| 2.6 Определение режимов обработки..... | 26 |
| 3 Проектирование приспособления..... | 34 |
| 3.1 Исходные данные..... | 35 |
| 3.2 Выбор элементов для установки..... | 35 |
| 3.3 Силовой расчет..... | 37 |
| 3.4 Расчет погрешности установки..... | 39 |
| 4 Проектирование режущего инструмента..... | 41 |
| 4.1 Исходные данные..... | 41 |
| 4.2 Проектирование фрезы..... | 42 |
| 5 Безопасность и экологичность технического объекта..... | 45 |
| 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта..... | 46 |
| 5.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 46 |
| 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков | 48 |
| 5.4 Обеспечение пожарной безопасности..... | 49 |

| | |
|---|----|
| 5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..... | 49 |
| 6 Экономическая эффективность..... | 51 |
| Заключение..... | 55 |
| Список используемой литературы..... | 56 |
| Приложение А. Маршрутные карты..... | 59 |

Введение

Машиностроение является одной из основных частей современной промышленности. От машиностроения зависят многие другие отрасли промышленности, так как производство машин часто направлено на работоспособность или увеличение производительности другого производства. Поэтому машиностроению уделяется так много внимания.

Производству металлорежущих станков в современной России уделялось очень мало внимания и поэтому станкостроение на данный момент является одной из отстающих сфер машиностроения. После распада СССР металлорежущее оборудование в основном закупалось у иностранных предприятий, а после введения санкций такое оборудование возможно закупить далеко не в каждой стране, поэтому руководителями страны была поставлена задача о восстановлении и развитии станкостроительной отрасли.

Чаще всего главным движением металлорежущих станков является вращательное движение, но у некоторых видов станков это движение поступательное. Представителем станков с поступательным главным движением является протяжной станок, в котором заготовка устанавливается в специальное самоцентрирующее приспособление, в заранее выполненное отверстие помещается протяжка, переднюю направляющую протяжки закрепляют в патрон, и ведется чистовая обработка этого отверстия.

Патрон протяжной предназначен для закрепления и удержания передней направляющей протяжки. Патрону придается поступательное перемещение с определенным усилием. Корпус протяжного патрона служит для концентрации сборочных единиц и работы механизма в целом.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка техпроцесса изготовления корпуса протяжного патрона заданного качества и минимальной себестоимостью, согласно годовой программе выпуска изделий.

1 Анализ исходных данных

«Протяжные станки предназначены для точной обработки внутренних и наружных поверхностей различного профиля. Главным движением у протяжных станков является движение либо инструмента (протяжки), либо заготовки при неподвижном инструменте. Механизм подачи у протяжных станков отсутствует, поскольку подача обеспечивается подъемом зубьев протяжки. Основными параметрами, характеризующими протяжные станки являются наибольшая тяговая сила протягивания (она может достигать 290-390 кН у средних станков и 1170 кН у крупных станков); максимальная длина хода протяжки (для средних станков она колеблется в пределах 350-2300 мм)». [1]

«Обычно протяжные станки работают по полуавтоматическому циклу, имеют, как правило, гидравлический привод. Однако существуют высокоскоростные станки, у которых применяют электромеханический привод от электродвигателя постоянного тока». [1]

«По своим характеристикам все станки принадлежат к одному из следующих типов:

- с горизонтальной системой протяжки;
- с вертикальной системой протяжки;
- аппарат с конвейерным движением прямолинейного типа, основной которого является непрерывность действия;
- станок, располагающий вариантом кругового движения, как протяжки, так и заготовки;
- станок, обладающий возможностью использования различных движений заготовки и протяжки одновременно, а также их всевозможных комбинаций». [1]

«Общий вид горизонтального станка для внутреннего протягивания приведен на рисунке 1». [1]

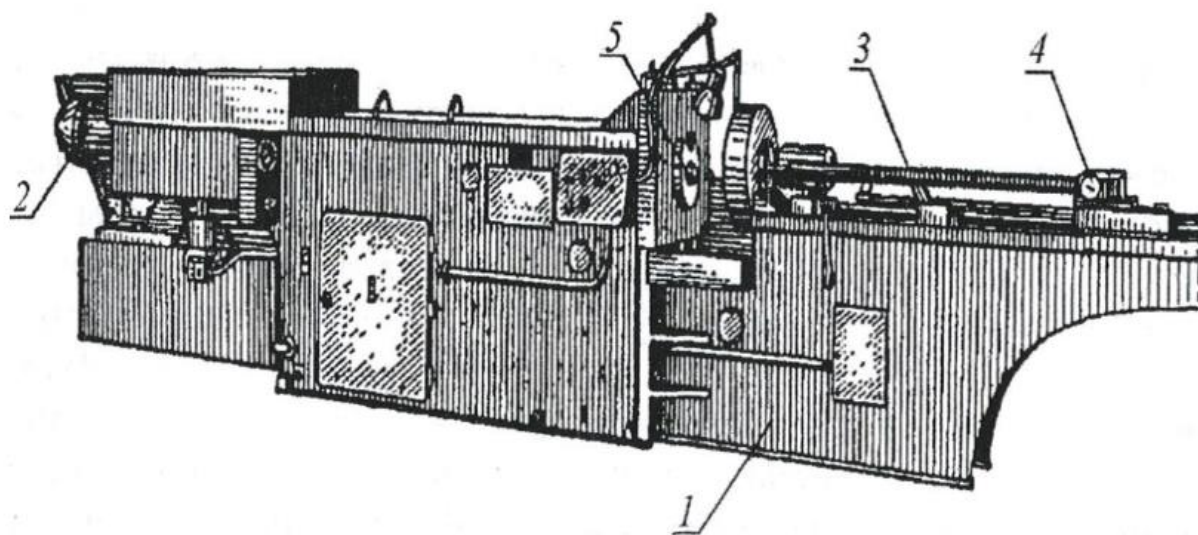


Рисунок 1 – Горизонтально-протяжной станок

«В полой части сварной станины 1 коробчатой формы смонтированы основные агрегаты гидравлического привода, являющегося основным для этого вида станков. Слева расположен силовой цилиндр 2. Шток поршня связан с рабочими салазками, которые, перемещаясь в направляющих вдоль оси станка, служат дополнительной опорой. На конце штока имеется втулка с патроном для закрепления левого конца протяжки 3, правый конец которой зажат во вспомогательном патроне 4. Приспособление для установки детали и сама деталь упираются в неподвижный корпус 5 станины. Станок может работать с полным и простым циклом. При полном цикле прямого хода осуществляется подвод протяжки, замедленный рабочий ход, настроенный рабочий ход для обрабатываемых зубьев протяжки, замедленный рабочий ход для калибрующих зубьев протяжки и стоп. При обратном ходе осуществляется замедленный ход и отвод протяжки. Простой цикл отличается от полного отсутствием подвода и отвода протяжки». [1]

«Горизонтально-протяжной станок применяется во всех случаях, когда появляется необходимость проведения обработки внутренней или наружной части заготовки, главное движение которого будет происходить в линейном горизонтальном направлении. Правильно движение осуществляется за счет специальных протяжек, имеющих различные профили». [1]

1.1 Назначение и условия работы детали

Патрон протяжной предназначен для закрепления и удержания передней направляющей протяжки. Патрону придается поступательное перемещение с определенным усилием. Корпус протяжного патрона служит для концентрации сборочных единиц и работы механизма в целом.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для проведения классификации поверхностей корпуса патрона пронумеруем каждую из поверхностей и представим это на рисунке 2.

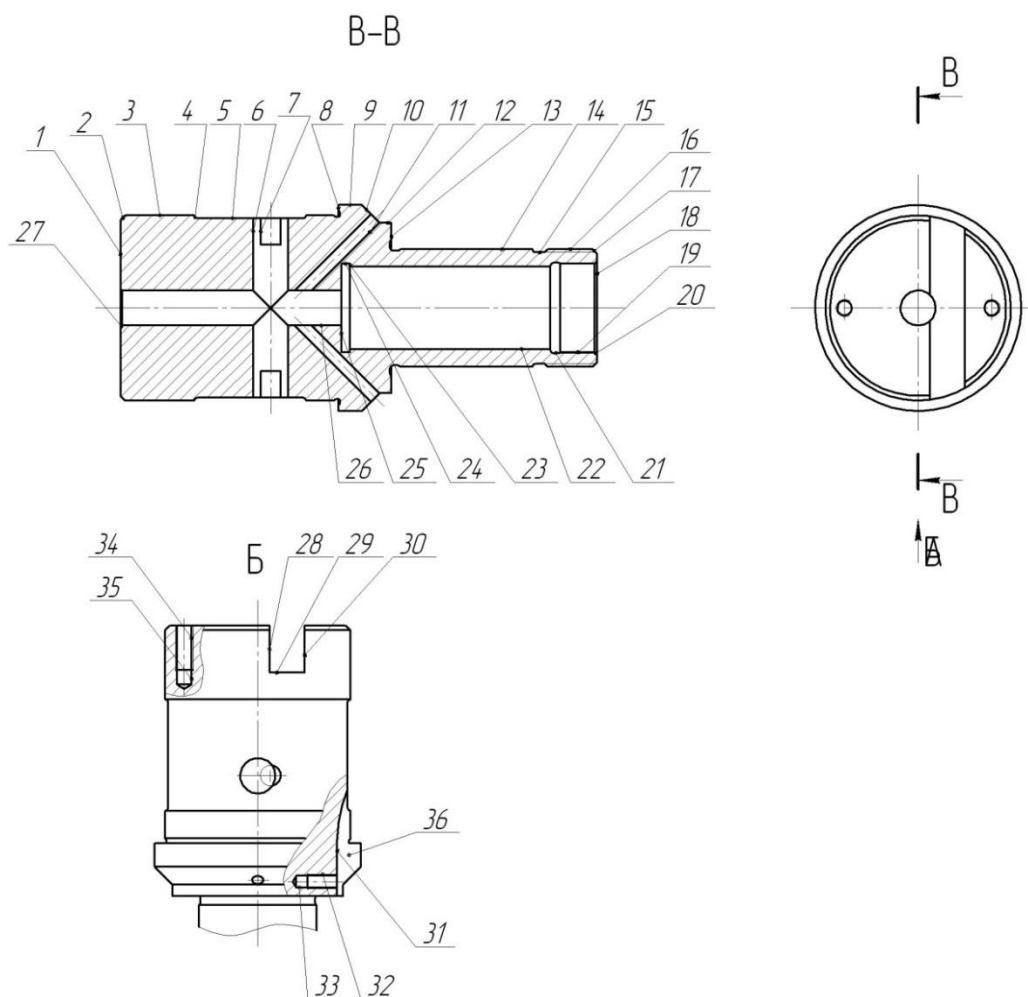


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями корпуса протяжного патрона являются поверхность 6, где размещается вал, поворотом которого зажимается хвостовик протяжки в патроне, а также центральное отверстие (поверхность 26).

Основными конструкторскими базами корпуса протяжного патрона являются цилиндрическая наружная поверхность 14 и торцовая поверхность 13.

Вспомогательными конструкторскими базами корпуса протяжного патрона являются поверхности 1, 3, 15, 19, 28, 30, 31, 32, 34, 36.

Остальные поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом корпуса протяжного патрона является сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [8], которая содержит около 0,19% углерода (С), около 1% хрома (Cr), около 1% марганца (Mn), около 1% 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 , % |
|------------------|-----------|------------------|------------|----------------|
| 700 | 207...227 | 590 | 50 | 14 |

«Легирующие элементы (от. лат. *ligo* – связываю) специально вводят в сталь для достижения требуемых свойств. Легирующие элементы могут образовывать следующие фазы: твердые растворы (например, Mn и Ni в Fe); легированный цементит или специальные карбиды ((Fe, Cr)₃C, W₃C и др.); интерметаллические соединения (Fe₃Ti, Fe₇W₆ и др.)». [21]

«Все легирующие элементы так или иначе влияют на диаграмму железо – цементит. Так, Mn и Ni расширяют область существования аустенита, делая его устойчивым вплоть до комнатной температуры, и сужают область феррита. При достаточно большом содержании этих элементов сталь при комнатной температуре имеет аустенитную структуру (и становится парамагнитной). Никель является единственным элементом, который одновременно повышает прочность, пластичность и вязкость сталей». [21]

«Cr, Mo, W, V, Al, Si и другие сужают область существования аустенита и расширяют область феррита. При достаточно большом содержании этих элементов сталь не претерпевает α и γ - превращения, поэтому такие стали называют ферритными (их бесполезно закаливать). Если γ -область сильно сужена и α и γ - превращения протекают частично, то сталь называют полуферритной. Fe, Mn, Cr, Mo, W, Nb, V, Zr и Ti образуют с углеродом высокопрочные твердые карбиды (чем правее металл в этом ряду, тем прочнее карбид). Путем введения этих элементов сталь можно сделать более износостойкой и жаропрочной. Наиболее важное значение имеют карбиды вольфрама, молибдена и титана, которые устойчивы при температурах 600...1000°C. На основе этих карбидов изготавливают быстрорежущие стали и твердые сплавы, используемые при изготовлении резцов, фрез, сверл и т.д.». [21]

Рассматривая конструкцию корпуса протяжного патрона, можем сказать, что его форма довольно проста, имеются канавки для выхода режущего инструмента, все поверхности доступны для обработки и измерений. Поэтому делаем вывод о достаточной технологичности конструкции корпуса протяжного патрона.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Машиностроительное производство – производство с преимущественным применением методов технологии машиностроения при выпуске изделий. Различают основное производство, то есть производство токарной продукции, и вспомогательное производство, то есть производство средств, необходимых для функционирования основного производства». [25]

«В зависимости от методов изготовления иногда выделяют литейное [29], сварочное [27], сборочное [28] и т. п. виды производства. Различают также установившееся производство изделий по окончательно отработанной конструкторской и технологической документации и опытное производство изделий для проведения исследовательских работ или разработки конструкторской и технологической документации для установившегося производства». [25]

«По организационным признакам выделяют поточное производство, характеризующееся расположением средств технологического оснащения в последовательности операций техпроцесса и определенным интервалом выпуска изделий, и групповое производство, характеризующееся совместным изготовлением или ремонтом группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками». [25]

«В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий различают три типа производства – единичное, серийное и массовое». [25]

В нашей работе будем принимать тип машиностроительного производства на основе двух параметров, таких как масса корпуса протяжного патрона $m = 2,3$ кг и годовая программа выпуска $N = 5000$ штук. Исходя из этих параметров, принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. Под партией понимают группу заготовок одного наименования и типоразмера, запускаемых в обработку одновременно или непрерывно в течение определенного интервала времени». [15]

«По всем технологическим и производственным характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством. Объем выпуска предприятий серийного типа колеблется от десятков и сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий. Используется универсальное и специализированное и частично специализированное оборудование. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, находят применение гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ, связанными транспортирующими устройствами. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха по предметно-замкнутым участкам. Средняя квалификация рабочих выше, чем в массовом производстве, но ниже чем в единичном. Наряду с рабочими высокой квалификации, работающими на сложных универсальных станках, и наладчиками, используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках. Технологическая документация и технологическое нормирование подробно разрабатывается для наиболее сложных и ответственных заготовок при одновременном применении упрощенной документации и опытно-статистического нормирования простейших заготовок». [15]

«Производственные процессы по форме организации делятся на поточный и непоточный». [15]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«На сегодняшний момент вопрос о получении заготовки актуален в свете создания качественной продукции. Заготовки, в зависимости от их вида и типа производства, получают абсолютно различными методами. Изготовление заготовок – один из основных этапов машиностроительного производства, непосредственно влияющий на расход материалов, качество изделий, нужно добиться обеспечения определенных качеств и свойств деталей, а также обеспечить хорошие экономические показатели». [23]

Если корпус протяжного патрона изготавливать из штампованной заготовки [9], то ее масса будет равна $m=4,06$ кг [26] при габаритных параметрах $\varnothing 76 \times 168$ мм (рисунок 3, а). Если корпус протяжного патрона изготавливать из проката [7], то масса заготовки будет равна $m=5,96$ кг при габаритных параметрах $\varnothing 76 \times 165$ мм (рисунок 3, б).

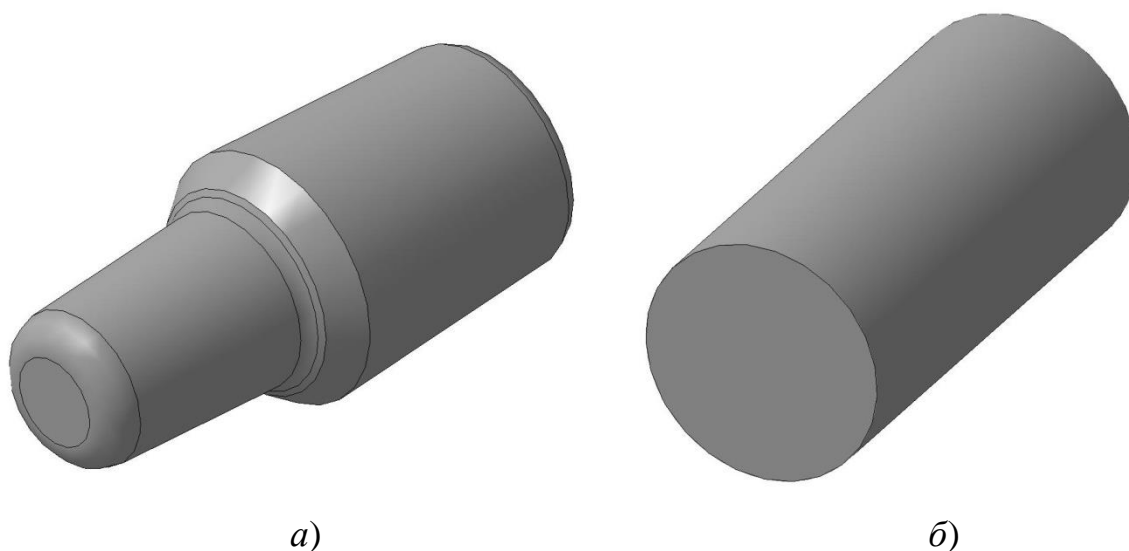


Рисунок 3 – Виды заготовок: а – штамповка; б - прокат

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

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

где $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$ ». [16]

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

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

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

где $C_{ум} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_M = 1,0; k_n = 1,0$ ». [16]

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

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

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

где $Q_{ум} = 4,06; q = 2,3$;

$$C_{отх} = 0,0144$$
». [16]

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 4,06 + 0,6578(4,06 - 2,3) - (4,06 - 2,3)0,0144 = 2,2347$$

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

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

где $Q_{пр} = 5,96; q = 2,3$;

$$C_{отх} = 0,0144$$
». [16]

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 5,96 + 0,6578(5,96 - 2,3) - 0,0144(5,96 - 2,3) = 3,0814 \text{ руб.}$$

Себестоимость штампованной заготовки ниже, следовательно, примем для нашего техпроцесса в качестве заготовки штамповку.

«Определим коэффициент использования материала

$$K_{ИМ} = \frac{M_D}{M_3} \gg 1. [16] \quad (5)$$

$$K_{ИМ} = \frac{2,3}{4,06} = 0,57.$$

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

Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.4 Выбор методов обработки

«Главная цель механической обработки – обеспечение заданной формы, размеров, шероховатости поверхности детали. Но при обработке резанием в поверхностных слоях возникает весьма интенсивная пластическая деформация, локальные объемы металла находятся под действием высоких температур; определенное влияние на состояние поверхности оказывает физико-химическое воздействие рабочих сред, смазочно-охлаждающих жидкостей. В этих условиях тонкие поверхностные слои обрабатываемого материала неизбежно изменяют свои физико-механические свойства. Широко применяемые в машиностроении металлы и технические сплавы имеют поликристаллическое строение и состоят из большого числа беспорядочно ориентированных разных по размеру кристаллических зерен, которые, вращая друг в друга, образуют прочное механическое соединение. При обработке резанием под действием прилагаемых усилий в металле поверхностного слоя происходит пластическая деформация, сопровождающаяся измельчением и вытягиванием кристаллических зерен в направлении деформации, искривлением плоскостей скольжения и появлением в них обломков кристаллических зерен, возникновением межкристаллических напряжений и искажений кристаллической решетки. При этом растет удельный объем металла, снижается его плотность». [25]

«Под методом обработки следует понимать комплекс условий, характеризующих взаимодействие обрабатываемой среды или инструмента и обрабатываемой заготовки (детали), используемых для решения одной или совокупности технологических задач – изменения формы, размеров и взаимного расположения элементов детали, состояния и свойств ее материала, поверхности и поверхностного слоя». [15]

Поверхность 1 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 2 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 3 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT6. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 4 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 5 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров,

назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 6 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, зенкерование, развертывание.

Поверхность 7 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 1,6. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, зенкерование.

Поверхность 8 по форме является торцовой наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT11. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 9 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 10 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 11 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность

поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

Поверхность 12 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 13 по форме является торцовой наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 14 по форме является торцовой наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,4. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT6. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхность 15 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 16 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 17 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров,

назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 18 по форме является торцовой наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 19 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 20 по форме является конической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 21 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 22 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT12. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 23 по форме является торцовой внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров,

назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 24 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 25 по форме является торцовой внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 26 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, зенкерование, развертывание.

Поверхность 27 по форме является конической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

Поверхность 28 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 1,6. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование, черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 29 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 1,6. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT12. Исходя из этих параметров,

назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование, черновое шлифование.

Поверхность 30 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 1,6. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование, черновое и чистовое шлифование.

Поверхность 31 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 1,6. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование черновое и чистовое.

Поверхность 32 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, резьбонарезание.

Поверхность 33 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

Поверхность 34 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, резьбонарезание.

Поверхность 35 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

В соответствии с выбранными методами обработки каждой поверхности разработаем план обработки корпуса протяжного патрона и представим его в графической части работы.

2.5 Расчет припусков

«Общим припуском на обработку называется слой материала, который необходимо удалить с заготовки на всех операциях для получения окончательно обработанной поверхности детали с требуемыми параметрами качества. Слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении отдельной операции (перехода) называется операционным припуском». [19]

«Установление оптимальных припусков на обработку имеет большое технико-экономическое значение. Припуск измеряется по нормали к обрабатываемой поверхности. Для тел вращения он задается на диаметр. При обработке плоскостей припуск может задаваться на сторону. Так как операционные припуски не могут выполняться абсолютно точно, то фактическая величина припуска колеблется в каких-то пределах. В связи с этим различают номинальный (расчетный), минимальный и максимальный припуски». [19]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 14 с параметрами качества $\varnothing 40g6_{(-0,025)}^{-0,009}$ мм, $L = 45$ мм, $Ra = 0,4$ мкм.

«Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \text{ ». [22] } \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,000 = 0,250.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063.$$

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

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

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

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006.$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004.$$

«Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

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

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \rangle. [22] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,250^2 + 0,025^2} = 0,651.$$

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

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{00})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,040.$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,006^2 + 0} = 0,016.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,651 + 0,5(1,0 + 0,250) = 1,276.$$

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

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,13 + 0,5(0,062 + 0,039) = 0,176.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,049 + 0,5(0,039 + 0,025) = 0,072.$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,016 + 0,5(0,025 + 0,016) = 0,037.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 39,975.$$

$$d_{5\max} = 39,991.$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 39,991 + 2 \cdot 0,016 = 40,023.$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_4 = 40,023 + 0,025 = 40,048.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 40,048 + 2 \cdot 0,040 = 40,128.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 40,128 + 0,039 = 40,167.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 40,167 + 2 \cdot 0,125 = 40,417.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 40,417 + 0,100 = 40,517.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 40,517 \cdot 0,999 = 40,476.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 40,476 + 0,062 = 40,538.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 40,538 + 2 \cdot 0,263 = 41,064.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 41,064 + 0,250 = 41,314.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 41,314 + 2 \cdot 0,651 = 42,616.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 42,616 + 1,000 = 43,616.$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) \rangle. [22] \quad (9)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(43,616 + 42,616) = 43,116.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(41,314 + 41,064) = 41,189.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(40,538 + 40,476) = 40,507.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(40,517 + 40,417) = 40,467.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(40,167 + 40,128) = 40,148.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(40,048 + 40,023) = 40,036.$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(39,991 + 39,975) = 39,983.$$

«Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max} \rangle. [22] \quad (10)$$

$$2Z_{\min} = 42,616 - 39,991 = 2,625.$$

$$\langle\langle 2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5 \rangle\rangle. \quad [22] \quad (11)$$

$$2Z_{\max} = 2,625 + 1,0 + 0,016 = 3,641.$$

$$\langle\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \rangle\rangle. \quad [22] \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,641 + 2,625) = 3,133.$$

Найденные значения промежуточных припусков в дальнейшем используем при проектировании операций технологического процесса изготовления корпуса протяжного патрона.

2.6 Определения режимов обработки

«Режимы резания являются основой любого технологического процесса, и их назначение служит одним из главных условий создания эффективных и ресурсосберегающих технологий машиностроительного и приборостроительного производства. Именно поэтому в ходе практики в ИТ-сфере по специальности «Технология машиностроения» расчёт и выбор режимов резания деталей занимает значительное место по объёму и трудоёмкости». [18]

Как известно, к элементам режимов резания относят глубину резания, подачу, скорость и силу резания, необходимые для выполнения рабочего перехода технологической операции механической обработки детали. [30]

«Назначение режимов резания может быть выполнено двумя способами:

– расчётно-аналитическим, при котором режимы резания подсчитывают по эмпирическим (полученным опытным путём) формулам теории резания;

– статистическим, при котором режимы резания назначают по справочным таблицам общемашиностроительных нормативов режимов резания». [18]

«Независимо от выбранного способа, параметры режимов резания назначают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Эти условия удаётся выполнить при работе инструментом рациональной конструкции, с экономически целесообразной геометрией его режущей части, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка». [18]

«Аналитический расчёт режимов резания по эмпирическим формулам производят по указанию руководителя проекта, и только для двух-трёх технологических операций, например, для точения, сверления, фрезерования и т.п.». [18]

«Для остальных операций технологического процесса режимы резания устанавливают по таблицам общемашиностроительных нормативов режимов резания с учётом всех поправочных коэффициентов на особые условия механической обработки. При выборе режимов резания из нормативных таблиц надо сделать ссылку на справочник, таблицу и страницу». [18]

«Расчёты режимов резания целесообразно сравнить с нормативными данными, что позволит сделать заключение о соответствии результатов назначения режимов резания обоими методами. Если расчёты режимов резания проводятся в период практики, полезно поинтересоваться у технологов предприятия о методиках назначения режимов резания, применяемых в условиях реального производства». [18]

2.6.1 Определение режимов обработки на операцию 005.

Переход 1.

Глубина резания $t = 2,6$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

«Скорость резания

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

где $K_1 = 0,95; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; V_0 = 190$ ». [20]

$V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5$ м/мин.

«Частота

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

$$n = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 75,6} = 760,4 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

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

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 75,6 \cdot 630}{1000} = 149,6 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

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

$$S = 0,3 \cdot 630 = 189 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

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

$$T_0 = \frac{116}{189} = 0,61 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 14$. [20]

Подача $S = 0,1$. [20]

«Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y}, \quad (18)$$

где D – диаметр сверла, мм;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

C_V – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

q, m, x, y – показатели степени;

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания». [20]

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}, \quad (19)$$

где K_{MV} – коэффициент на качество обрабатываемого материала;

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия». [20]

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [20]$$

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$D = 28; C_V = 7,0; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 25. [20]$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 28^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 14^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 34,9 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 34,9}{3,14 \cdot 28,0} = 396,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 315}{1000} = 27,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

«Основное время

$$T_0 = \frac{n_{\text{отв}} \cdot L_{\text{px}}}{S}, \quad (20)$$

где $n_{\text{отв}}$ – количество отверстий». [20]

$$T_0 = \frac{1 \cdot 91}{31,5} = 2,89 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,61 + 2,89 = 3,50 \text{ мин.}$$

2.6.2 Определение режимов обработки на операцию 010.

Переход 1.

Глубина резания $t = 2,6$. [20]

Подача $S = 0,3$. [20]

Скорость резания

$$V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 70,3} = 817,7 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70,3 \cdot 800}{1000} = 176,6 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{118}{240} = 0,49 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 5,65$. [20]

Подача $S = 0,1$. [20]

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y}, \quad (21)$$

где D – диаметр сверла, мм;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

C_V – постоянный коэффициент, учитывающийся при сверлении;

q, m, x, y – показатели степени;

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания». [20]

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}, \quad (22)$$

где K_{MV} – коэффициент на качество обрабатываемого материала;

K_{UV} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину отверстия». [20]

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [20]$$

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$D = 11,3; C_V = 7,0; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 25. [20]$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 11,3^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5,65^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 24,3 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 24,3}{3,14 \cdot 11,3} = 684,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,3 \cdot 630}{1000} = 22,4 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{1 \cdot 79}{63} = 1,25 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 0,49 + 1,25 = 1,74 \text{ мин.}$$

2.6.3 Определение режимов обработки на операцию 025.

Переход 1.

Глубина резания $t = 8,0$. [20]

Подача $S_0 = 0,5$. [20]

Скорость резания

$$V = \frac{7,0 \cdot 100^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 8^0 \cdot 0,5^{0,7}} \cdot 1,0 = 36,4 \text{ м/мин.}$$

Поправочный коэффициент

$$K_V = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,0.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 100^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 8^0 \cdot 0,5^{0,7}} \cdot 1,0 = 36,4 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 17,5}{3,14 \cdot 5} = 1114 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,50 \cdot 100 = 50 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{n_{\text{омс}} \cdot L_{\text{рх}}}{S} = \frac{1 \cdot 40}{50} = 0,80$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 16$. [20]

Подача $S_0 = 0,5$. [20]

Скорость резания

$$V = \frac{7,0 \cdot 100^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 16^0 \cdot 0,5^{0,7}} \cdot 1,0 = 36,4 \text{ м/мин.}$$

Поправочный коэффициент

$$K_V = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,0.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 100^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 8^0 \cdot 0,5^{0,7}} \cdot 1,0 = 36,4 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 36,4}{3,14 \cdot 100} = 115,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 100 \text{ мин}^{-1}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,50 \cdot 100 = 50 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{n_{\text{омс}} \cdot L_{\text{рх}}}{S} = \frac{1 \cdot 100}{50} = 2,00$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,80 + 2,00 = 2,80, \text{ мин.}$$

Полученные значения режимов резания при изготовлении корпуса протяжного патрона внесем в технологическую документацию, представленную в приложении А.

3 Проектирование приспособления

«Основными характеристиками качества станочных приспособлений (СП) являются их точность, надежность и виброустойчивость. Все эти показатели определяются эксплуатационными свойствами рабочих поверхностей деталей СП и их соединений. Для качественного проектирования СП необходимо учитывать одновременное влияние совокупности эксплуатационных свойств СП, погрешности установки заготовки в СП, параметров надежности СП параметры качества формообразования детали». [13]

«К наиболее важным эксплуатационным свойствам относятся прочность, контактная прочность, усталостная прочность, жесткость, износостойкость, трение, виброустойчивость, зажимная способность, постоянство размеров. Погрешность установки заготовки в СП зависит как от вышеназванных эксплуатационных свойств СП, так и от параметров качества базированных и закрепляемых поверхностей обрабатываемой заготовки. При этом в погрешности установки заготовки необходимо учитывать не только погрешности, связанные с базированием, закреплением и положением заготовки, но и погрешности, вызванные вибрационными перемещениями обрабатываемой заготовки относительно режущего инструмента, а также от вибрационных колебаний контакта соединения между деталями СП или между заготовкой и установочными опорами СП». [13]

«Основными параметрами надежности СП являются его работоспособность (межремонтный период) и долговечность. Межремонтный период СП определяется относительно допустимого износа базированных поверхностей деталей СП и затянутых стыков СП. Это позволяет не только прогнозировать время вывода СП из эксплуатации, но и экономить материальные и трудовые ресурсы на поверочный контроль работоспособности СП». [13]

3.1 Исходные данные

На фрезерной операции 025 выполняется обработка паза корпуса протяжного патрона, как показано на рисунке 4.

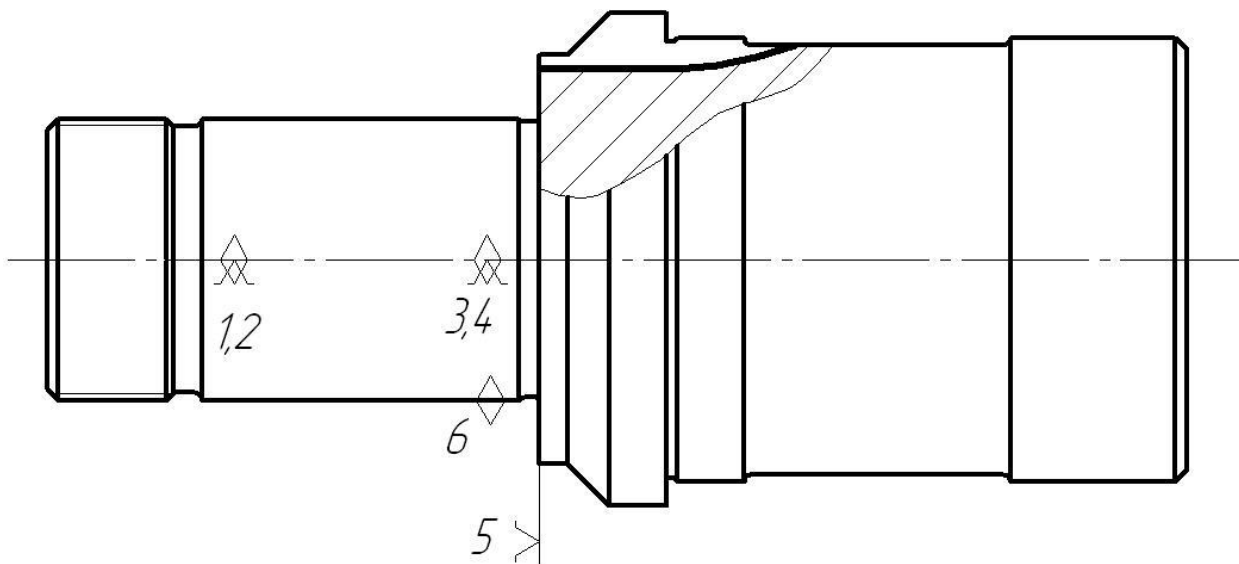


Рисунок 4 - Схема операции 025

Для реализации теоретической схемы базирования и удержания заготовки на фрезерной операции необходимо спроектировать механизированное станочное приспособление – тиски.

3.2 Выбор элементов для установки

Так как поверхность для установки заготовки является цилиндрической, то для установки заготовки корпуса протяжного патрона будем использовать призмы опорные ГОСТ 12195-66 [6] в количестве четырех штук.

Призмы опорные (рисунок 5) изготавливаются из стали марки 20Х. Возможна замена этого материала на стали других марок, имеющими механические свойства не ниже стали 20Х.

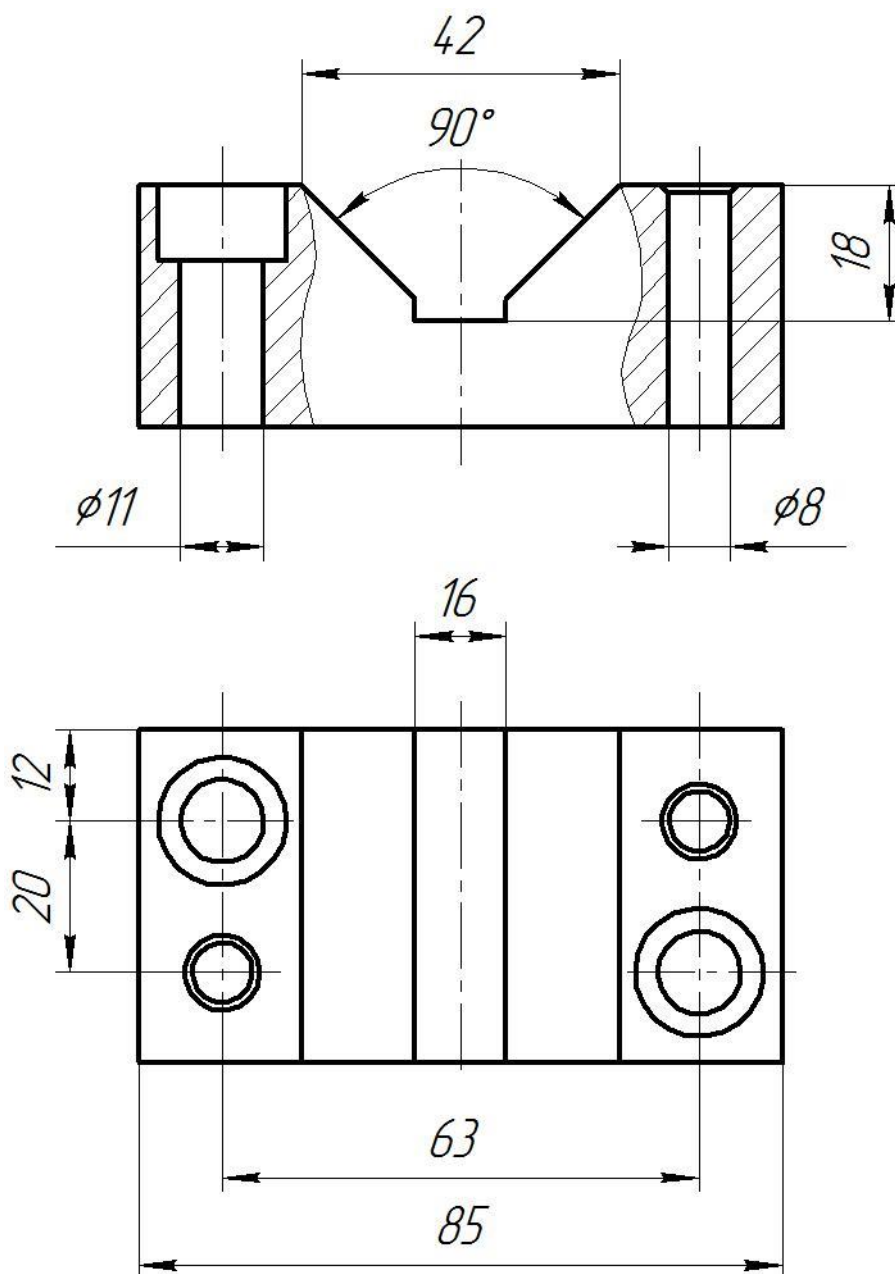


Рисунок 5 - Призма ГОСТ 12195-66

Твердость рабочих поверхностей опорных призм должна быть 56...61 HRC, которая достигается цементацией на глубину $h=0,8...1,2$ мм.

«При базировании в любую призму технологическая база – плоскость симметрии призмы совмещается с конструкторской базой – плоскостью симметрии заготовки». [2]

«Погрешности базирования осевых размеров заготовок, получаемых от опорной или установочной базы, а также размеров, получаемых от

вертикальной оси симметрии заготовок, равны нулю, поскольку в этих случаях выполняется принцип совмещения баз». [2]

«Погрешность базирования размера, получаемого вдоль третьей координатной оси заготовки, определяется допуском на диаметр заготовки, выбором технологической базы при получении этого размера, а также углом призмы α ». [2]

3.3 Силовой расчет

На рисунке 6 представлена схема закрепления заготовки корпуса протяжного патрона в приспособлении.

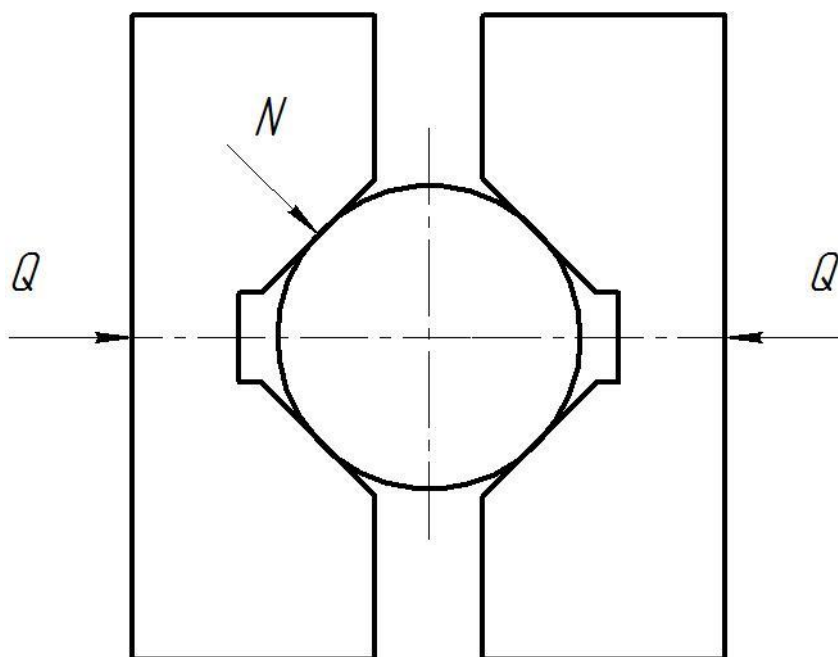


Рисунок 6 – Схема закрепления заготовки

Во время обработки возникает крутящий момент от сил резания, стремящийся повернуть заготовку, зажатую в призмах. Этот момент рассчитывается так:

$$Q = \frac{M_k \cdot K \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{D \cdot f}, \quad (23)$$

где D - диаметр заготовки;
 f - коэффициент трения;
 K - коэффициент запаса». [2]

«Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (24)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса;
 K_1 - коэффициент состояния поверхности заготовки;
 K_2 - коэффициент затупления инструмента;
 K_3 - коэффициент учитывающий возрастание сил резания;
 K_4 - коэффициент механизации силового привода;
 K_5 - коэффициент эргономичности ручных запорных механизмов;
 K_6 - коэффициент учитывающий наличие крутящих моментов». [16]

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,0; K_2 = 1,7; K_3 = 1,2; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,5. [2]$$

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 4,59.$$

$$Q = \frac{122 \cdot 4,59 \cdot \sin \frac{90}{2}}{0,546 \cdot 0,1} = 7252 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня приспособления определяется по следующей формуле

$$\ll D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P_B \cdot \eta}}, \quad (25)$$

где P_B - рабочее давления в цилиндре». [2]

$$Q = \sqrt{\frac{4 \cdot 7252}{3,14 \cdot 5,0 \cdot 0,9}} = 45,3 \text{ мм.}$$

Примем $D = 50$ мм.

3.4 Расчет погрешности установки

«Погрешность установки — одна из составляющих общей погрешности обработки. Она состоит из погрешности базирования, погрешности закрепления и погрешности вызванной неточностью самих приспособлений. При закреплении заготовок в приспособлении возникает погрешность закрепления. Погрешность закрепления — это предельное поле рассеяния положений установочной поверхности относительно поверхности отсчета в направлении выдерживаемого размера. Рассмотрим эту погрешность более подробно. Сила закрепления должна надежно прижимать заготовку к установочным элементам приспособления. Смещение измерительной базы под действием силы закрепления складывается из перемещений, вызванных деформациями в зоне контакта опор приспособления с поверхностью заготовки; собственными деформациями заготовки; контактными деформациями в предварительно затянутых стыках». [2]

При установке заготовки в призмы погрешность рассчитывается по следующей схеме, представленной на рисунке 7.

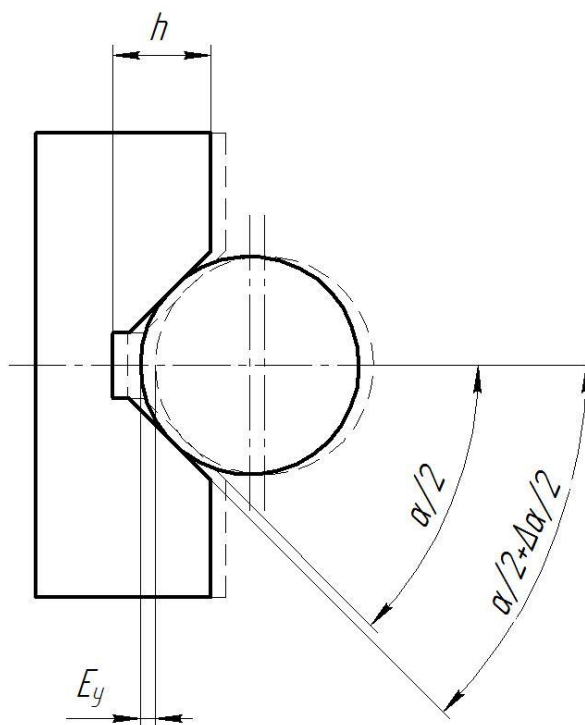


Рисунок 7 – Схема расчета погрешности

Рассчитывается же погрешность так

$$\ll E_y = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}, \quad (26)$$

где E_1 - смещение заготовки за счёт изменения высоты призмы;

E_2 - смещение заготовки за счёт изменения угла призмы». [2]

Первая составляющая равна допуску на высоту, то есть

$$E_1 = Th = 0,036 \text{ мм.}$$

Вторая составляющая рассчитывается следующим образом

$$E_2 = \frac{D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha - \Delta\alpha}{2}} - \frac{1}{\sin \frac{\alpha + \Delta\alpha}{2}} \right) \quad (27)$$

$$E_2 = \frac{54,6}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{90 - 0,16}{2}} - \frac{1}{\sin \frac{90 + 0,16}{2}} \right) = 0,078 \text{ мм.}$$

$$E_y = \sqrt{0,032^2 + 0,078^2} = 0,080 \text{ мм.}$$

Спроектированное приспособление с призмами для закрепления заготовки корпуса протяжного патрона на фрезерной операции 025 представлено в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

«Генеральным стратегическим направлением развития инновационной деятельности, способной принести наибольшую экономическую выгоду обществу, является сфера нанотехнологий. Развитие данного направления невозможно без использования электронного ускорителя, выступающего в роли инструмента в производственном процессе при получении различных материалов. Основную роль при использовании новых технологий, обеспечивающих формирование матричных структур, что свидетельствует о больших возможностях радиационной техники в широком спектре технологических направлений. Это в полной мере относится и к машиностроительным предприятиям, представляющим собой основную отрасль в сфере пользования инструментальной оснастки, включая ее изготовление и полную амортизацию в процессе эксплуатации. Режущий инструмент – необходимый элемент, без наличия которого эксплуатация металлообрабатывающих станков становится невозможной. На сегодняшний день в номенклатуру режущего инструмента входит более 50 тысяч наименований, начиная от инструмента общего назначения (зенкеры, развертки, резцы, сверла) и заканчивая сборными конструкциями (зуборезный инструмент, фрезерные головки и так далее). Однако проблема повышения износостойкости режущей части из твердых сплавов и синтетических сверхтвердых материалов, получаемых из порошков, на сегодняшний день особенно актуальна». [24]

4.1 Исходные данные

На фрезерной операции 025 осуществляется фрезерная обработка пазов на двух станках, как представлено на рисунке 8.

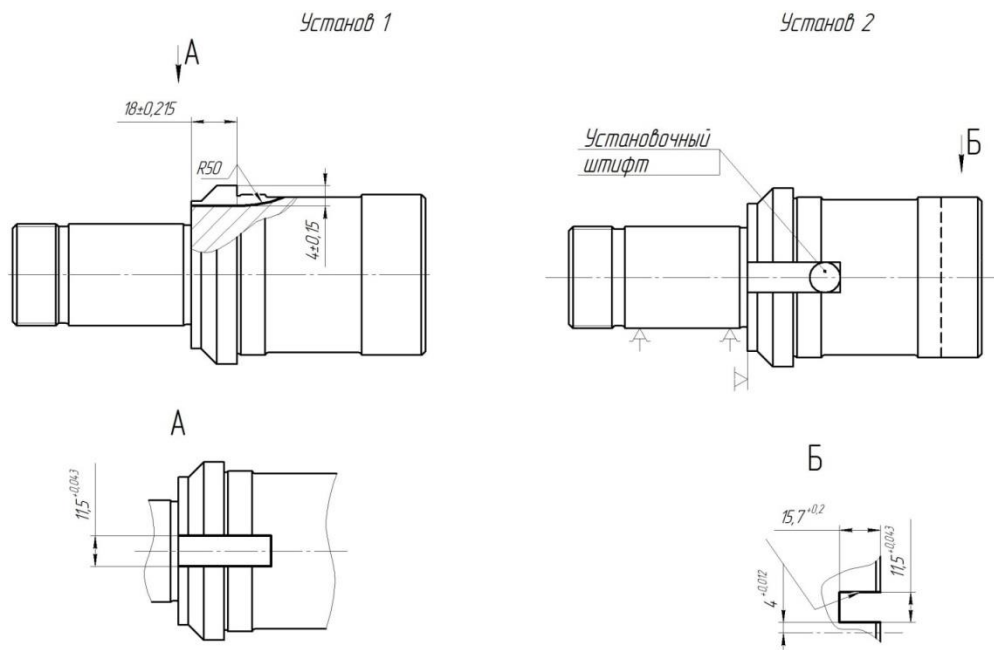


Рисунок 8 – Эскиз операции 025

В данном разделе нам необходимо спроектировать режущий инструмент – фрезу для обозначенной операции, причем одним инструментом необходимо обработать оба паза.

4.2 Проектирование фрезы

Определим диаметр посадочного отверстия

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

где h – глубина профиля обрабатываемой канавки детали;
 b – ширина профиля обрабатываемой канавки детали». [14]

$$h = 16; b = 12 \text{ мм.}$$

$$d_0 = 5,28 \cdot 16^{0,48} \cdot 12^{0,15} = 29 \text{ мм.}$$

Примем $d_0 = 32$ мм.

В связи с тем, что необходимо выполнить скругление у одной из пазов с $R=50$ мм примем наружный диаметр фрезы $d_a = 100$ мм.

Высота профиля зуба фрезы

$$h_1 = h + (1..3) = h + 2,5 = 16 + 2 = 18, \text{ мм.}$$

Количество зубьев фрезы

$$\ll z = \frac{\pi \cdot d_a}{A \cdot h_1}, \quad (29)$$

где A – коэффициент, равный 1,8...2,5 для черновых фрез, 1,3...1,8 для чистовых». [14]

Примем $A = 1,8$ мм.

$$z = \frac{3,14 \cdot 100}{1,8 \cdot 18} = 9,69.$$

Примем $z = 10$.

«Значение переднего угла γ выбирают положительным в зависимости от обрабатываемого материала, что способствует улучшению процесса резания. При этом для чистового фрезерования необходим коррекционный расчет размеров профиля фрезы. Обычные фасонные фрезы делают с $\gamma=0$. Значение заднего угла α выбирают в пределах $8...15^\circ$, в точке при вершине профиля фрезы задний угол α_v обычно берут $10...12^\circ$ ». [14]

Примем $\alpha_v = 10^\circ$.

«Задние углы α_N в сечениях, нормальных к боковым сторонам профиля фрезы, определяют для любой точки i_p профиля фрезы по формуле

$$\text{tg} \alpha_N = \frac{R}{R_i} \text{tg} \alpha_s \cdot \sin \tau, \quad (30)$$

где τ – угол между касательной к профилю фрезы в рассматриваемой точке i_p и плоскостью, перпендикулярной к ее оси;

R_i – радиус рассматриваемой точки;

R – наружный радиус фрезы». [14]

Величина затылования

$$k = \frac{\pi \cdot d_a}{z} \operatorname{tg} \alpha_e \quad (31)$$

$$k = \frac{3,14 \cdot 100}{10} \operatorname{tg} 10^\circ = 5,5, \text{ мм.}$$

«Центровальный угол канавки, необходимый для выхода затыловочного инструмента $\psi = \frac{360^\circ}{6 \cdot z}$, если $h_1 < 15$ мм; $\psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot z}$, если $h_1 > 15$ мм». [14]

$$\psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot 10} = 9^\circ.$$

«Радиус закругления впадины между зубьями фрезы

$$r = \left(\frac{d_a}{2} - h_1 - k \right) \sin(\psi_1 / 2) \quad (32)$$

$$r = \left(\frac{100}{2} - 18 - 5,5 \right) \sin 5^\circ = 2,3, \text{ мм.}$$

Высота зуба фрезы

$$H = h_1 + k + r \quad (33)$$

$$H = 18 + 5,5 + 2,3 = 25,8, \text{ мм.}$$

Чертеж дисковой фрезы для обработки двух пазов на 025 фрезерной операции техпроцесса изготовления корпуса протяжного патрона представлен в графической части работы

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В работе рассматривается техпроцесс изготовления корпуса протяжного патрона. В процессе анализа базового варианта техпроцесса нами было принято решение подвергнуть серьезной модернизации одну из технологических операций, ей оказалась фрезерная операция 025, которая выполняется на горизонтально-фрезерном станке модели 6Д12Ф20.

«Профессиональная деятельность человека связана с применением технологического оборудования, вызывающего в различной степени появление возможных рисков. По природе возникновения риски могут быть классифицированы. Выделяют профессиональные, техногенные и экологические риски. В качестве профессиональных рассматриваются риски травмирования человека (работника), а также возникновения профессиональных заболеваний, вызывающих снижение работоспособности, снижение производительности труда и нарушение здоровья. При рассмотрении техногенных рисков речь может идти об отказах оборудования, промышленных зданий и сооружений, а также о возникновении пожаров, аварийных и чрезвычайных ситуаций. К экологическим рискам следует отнести образующиеся факторы воздействия технического объекта на окружающую среду, включающие выбросы углекислого газа, токсичные и/или радиоактивные выбросы в атмосферу, образование загрязненных сточных вод, выделение опасных загрязняющих газообразных, жидких или твердых веществ и материалов в виде отходов и брака производства, вынужденную выемку загрязненных грунтовых покрытий, нарушение и загрязнение растительного и почвенного покровов и т.д.». [3]

«Своевременная идентификация профессиональных рисков, определение степени возникновения производственно-технологического инцидента на производстве позволит предупредить негативные последствия возникновения рисков, исключить производственные травмы и т.д.». [3]

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

В технологическом процессе изготовления корпуса протяжного патрона совершенствованию подвергается фрезерная операция 025, выполняемая на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6Д12Ф20. Горизонтально-фрезерным станком управляет оператор, функциями которого является загрузка необработанной заготовки в станочное приспособление, закрепление заготовки в специальное приспособление с призмами, закрытие рабочей зоны станка защитным экраном, запуск программы на обработку. После проведения обработки оператор открывает рабочую зону горизонтально-фрезерного станка, извлекает обработанную заготовку из станочного приспособления и отправляет ее в накопитель. Режущим инструментом на этой операции является дисковая фреза, изготовленная из быстрорежущей стали Р6М5, с нанесенным на нее износостойким покрытием из нитрида титана (TiN). Заготовка изготавливается из конструкционной легированной стали 19ХГН.

В качестве смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) используется масляная жидкость ЭПРОМ МР-7, предназначенная для охлаждения при обработке различных сталей. Она представляет собой специально обработанное масло, в которой добавлены различные присадки для придания жидкости специальных технологических и антикоррозионных свойств.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

На горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6Д12Ф20 выполняется операция фрезерования. Оператор станка устанавливает в приспособление заготовку, закрывает защитный экран на станке (рисунок 9), чтоб образующаяся стружка не повредила ткани и глаза оператора.

Затем оператор включает станок для обработки и тот выполняет обработку по заранее заданной программе ЧПУ.



Рисунок 9 - Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ модели 6Д12Ф20

Еще одним опасным и вредным производственным фактором является испарение смазочно-охлаждающей жидкости.

Так как зона обработки на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6Д12Ф20 является открытой, то брызги СОЖ могут загрязнять экологическую ситуацию на рабочем месте.

Для зажима-разжима заготовке на фрезерном станке нами в работе спроектировано станочное приспособление, которое автоматически зажимает заготовку до проведения обработки и разжимает заготовку после проведения фрезерования поверхностей. Это мероприятие делает работу оператора

станка более безопасной и уменьшает вспомогательное операционное время, что снижает производственные затраты.

В процессе обработки заготовок на металлорежущих станках, включая горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ модели 6Д12Ф20, возникают продукты отхода в виде металлической стружки. [5]

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

При работе фрезерного станка используется СОЖ. Для того, чтобы снизить влияние паров СОЖ на оператора станка в производственном цехе на участке должна быть организована вентиляция. Эти требования регулируются ГОСТ Р ЕН 13779-2007 [12].

СОЖ после подачи в зону обработки должна отводиться по специальным каналам, далее очищаться от загрязнений и использоваться заново для охлаждения зоны обработки. [12]

После обработки партии заготовок необходимо проводить влажную уборку производственного помещения.

Образующуюся стружку необходимо удалять из зоны обработки. Это делает оператор станка. При этом может возникнуть опасность поражения тканей кожного покрова оператора стружкой. Поэтому для удаления из зоны резания металлической стружки оператор должен использовать специальный крючок. [5]

Для централизованного сбора металлической стружки на машиностроительных предприятиях используют специальные контейнеры. По мере заполняемости этих контейнеров специальные службы увозят собранную металлическую стружку для утилизации и переработки для изготовления новых деталей.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности

В процессе производства партии корпусов протяжных патронов на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6Д12Ф20 используется смазочно-охлаждающая жидкость ЭПРОМ МР-7, которая является масляной жидкостью, изготовленная из нефтепродуктов. Она в процессе использования может воспламениться, что в конечном итоге может привести к образованию пожара.

Это относится к классу пожара В: пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов. [4]

При возникновении пожара необходимо выключить работу горизонтально-фрезерного станка, при этом выключится поступление горючей жидкости в зону воспламенения. Для тушения возгорания рекомендуется использование пожарных напорных рукавов ГОСТ Р 51049-2019 [10] или переносные огнетушители ГОСТ Р 51057-2001 [11]. При этом с помощью пены в очаг возгорания перестанет поступать кислород и пожар прекратится.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Негативным экологическим фактором при работе на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ является загрязнение рабочего места оператора парами смазочно-охлаждающей жидкости. Для снижения воздействия этих паров на дыхательную систему оператора станка необходимо правильная организация на рабочем месте системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Кроме этого в процессе обработки возникают отходы в виде металлической стружки. Эти отходы необходимо правильно утилизировать. На предприятиях машиностроения стружку принято собирать в контейнеры, а затем эту стружку перемещают на специальные участки, где подвергают

прессованию и переплавке для изготовления новых заготовительных материалов.

Эти мероприятия осуществляются с одной стороны для улучшения экологической ситуации на рабочем месте, а с другой стороны для экономии ресурсов, в частности для экономии металла – стали 19ХГН.

В этом разделе нами проанализирована вновь спроектированная операция фрезерования заготовки для изготовления корпуса протяжного патрона, которая осуществляется на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6Д12Ф20. При этом возникают опасные и вредные производственные факторы, которые нами были описаны в разделе. Для снижения воздействия этих факторов на организм оператора-фрезеровщика, а также на экологическую ситуацию на рабочем месте и в цехе нами предложены мероприятия, которые уменьшат воздействие таких факторов и приведут в улучшению экологической ситуации на рабочем месте в частности и на предприятии в целом.

Также в данном разделе проанализирована пожарная ситуация на рабочем месте оператора-фрезеровщика, определен класс возможного пожара и предложен перечень противопожарного оборудования, которым необходимо обеспечить рабочее место.

6 Экономическая эффективность

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления корпуса протяжного патрона. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала необходимо дать краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 10).

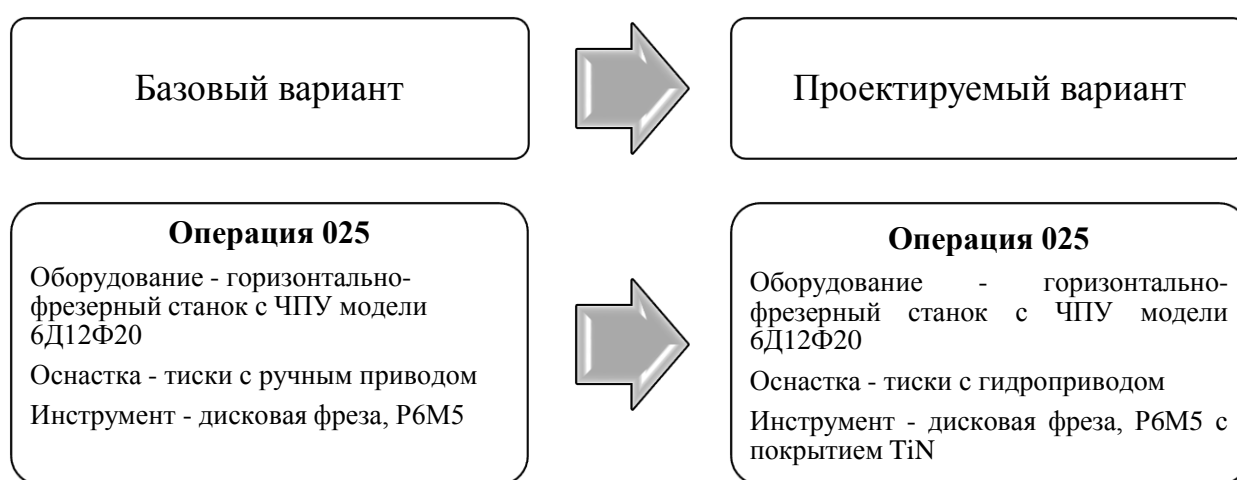


Рисунок 10 – Краткое описание внесенных в технологический процесс изменений

Как видно из рисунка 11, благодаря внесенным изменениям удалось достичь сокращения операционного времени, а, следовательно, уменьшения трудоемкости их выполнения. В совокупности, все изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 0,48 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 11.

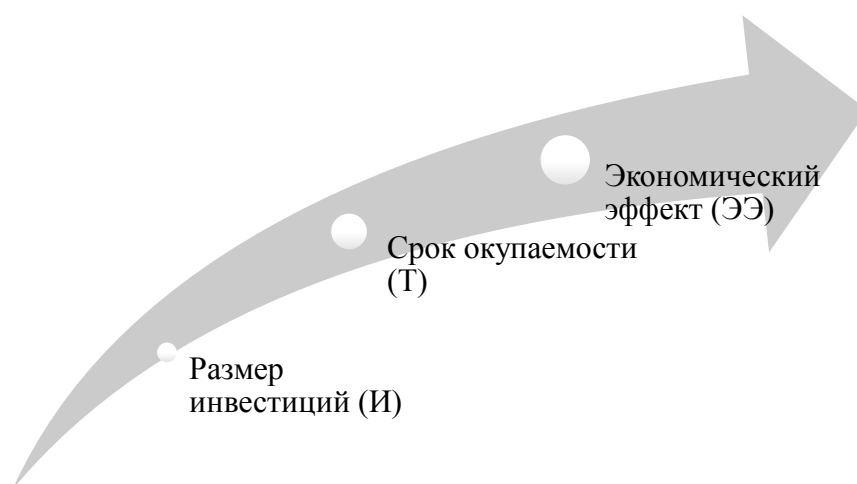


Рисунок 11 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 11, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [17], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 12.

Как видно из рисунка 12, весомую долю в инвестициях занимают «оснастка и инструмент (K_{OI})», которые составляют 74,27 % от размера всех инвестиций. Кроме затрат на проектирование, предприятию необходимо будет осуществить существенные финансовые вложения в такую статью затрат, как «затраты на проектирование ($Z_{ПР}$)». Ее доля в общем размере инвестиций составит 19,18 %, а это обосновывается необходимостью проектирования технологических операций с учетом использованию нового технологического оснащения. Все остальные статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеют, но малыми долями его увеличивают.

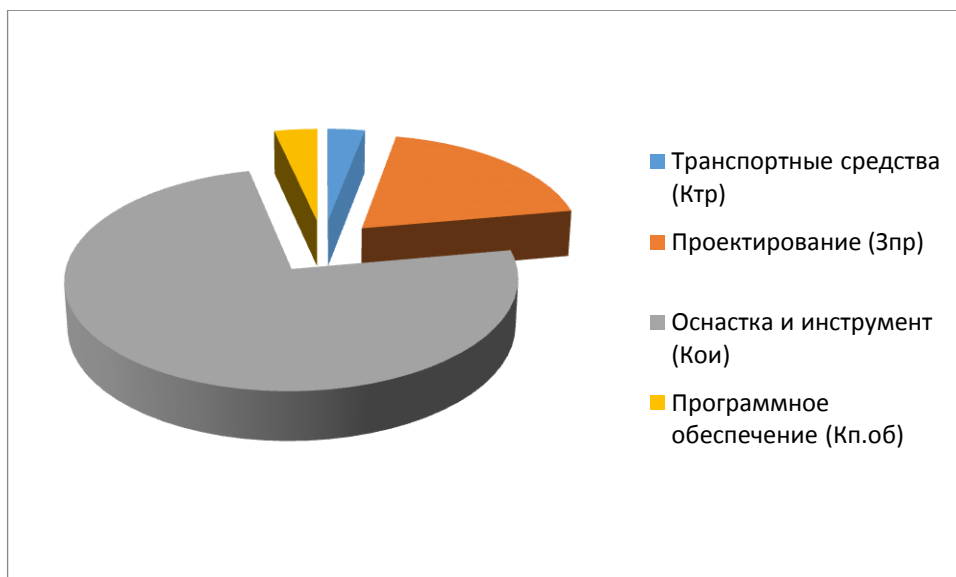


Рисунок 12 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1 \quad (34)$$

где « $П_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [17]

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ($C_1 = 129,11$ руб. и $C_2 = 107,32$ руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ($П_{Г} = 5000$ шт.). И кроме всего прочего, обязательно учитываются налоговые выплаты, которые предприятие вынуждено будет заплатить государству за полученную дополнительную прибыль. Значения себестоимости определялись по специальной методике [17] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (34) можно представить в развернутом формате в виде

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г} \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1 \quad (35)$$

где « $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [17]

$$T = \frac{61584,31}{(129,11 - 107,32) \cdot 5000 \cdot (1 - 0,2)} + 1 = 1,707 = 2 \text{ года}$$

Экономический эффект определяется по формуле (36), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - I \quad (36)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета»

[17]

$$\text{ЭЭ} = \left(43945 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,2)^1} + \frac{1}{(1 + 0,2)^2} \right) \right) - 61584,31 = 5553,88$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 5553,88 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

Заключение

В результате проделанной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления корпуса протяжного патрона.

На первом этапе работы нами описана конструкция протяжного патрона и работа корпуса в узле, выполнена классификация поверхностей корпуса и обозначены наиболее важные поверхности. Далее рассмотрен материал, из которого изготовлен корпус, проведен анализ физико-механических свойств материала, а также рассмотрен вопрос технологичности конструкции цанги цангового патрона.

В технологической части работы выбран тип машиностроительного производства для изготовления корпуса. Им оказалось среднесерийное производство, там же описаны особенности данного типа производства. Из двух наиболее подходящих типов заготовительного производства с помощью технико-экономического расчета принята штамповка. На самую точную поверхность корпуса 14 выполнен расчет припусков. Далее спроектирован технологический процесс изготовления корпуса протяжного патрона и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на фрезерной операции нами спроектированы тиски. В отличие от патрона из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет гидравлический привод, при помощи которого происходит автоматизированный зажим и разжим заготовки на операции. Данное мероприятие снижает вспомогательное время фрезерной операции, а это экономически выгодно.

Для этой же фрезерной операции техпроцесса изготовления корпуса спроектирован режущий инструмент, которым является дисковая фреза. Этот инструмент, в отличие от базового варианта техпроцесса, имеет износостойкое покрытие, что увеличивает стойкость в 2 раза, а это экономически выгодно.

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 редакцией Ю.М. Зубарева. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 284 с.
2. Блюмштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюмштейн, А.А. Клепцов. – 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 220 с.
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с.
4. ГОСТ 12.3.025-80. Система стандартов безопасности труда. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – 15 с.
5. ГОСТ 12.3.026-81. Система стандартов безопасности труда. Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности. – 16 с.
6. ГОСТ 12195-66. Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция. – 6 с.
7. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.
8. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
9. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
10. ГОСТ Р 51049-2019. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 23 с.
11. ГОСТ Р 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 32 с.

12. ГОСТ Р ЕН 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования. – 82 с.
13. Ерохин В.В. Основные аспекты проектирования станочных приспособлений // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. №1. 2016. – С. 11-17.
14. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент : учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков ; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с.
15. Коваль Н.С. Технология изготовления медицинской техники : учебное пособие / Н.С. Коваль, В.А. Лебедев, И.Л. Вяликов [и др.] ; Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2021. – 241 с.
16. 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.
17. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : электронное учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 184 с.
18. Марков В.В. Расчет режимов резания. Курсовое и дипломное проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Марков, А.В. Сметанников, П.И. Кискеев, Л.И. Лебедева, Д.А. Ветчинников. – Орел : Орел-ГТУ, 2010. – 112 с.
19. Попок Н.Н. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Н.Н. Попок, В.И. Абрамов. – Новополюцк : ПГУ, 2020. – 272 с.
20. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
21. Сапунов С.В. Материаловедение : Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 208 с.

22. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 7-е изд. испр. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 756 с.
23. Харитонов А.А. Обоснование выбора метода получения заготовки детали «корпус» / А.С. Верещагина, М.В. Иванова, А.А. Харитонов // Актуальные проблемы в машиностроении. Том 5. №3-4. 2018. – С. 15-19.
24. Чесноков Б.П. Перспективные технологии в производстве режущего инструмента / Б.П. Чесноков, В.А. Чернова, О.В. Наумова // Аграрный научный журнал. №11. 2015. – С. 53-55.
25. Ямников А.С. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов / А.С. Ямников, А.А. Маликов ; под ред. А.С. Ямникова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 252 с.
26. Boonkanit, Prin, and Sansak Parklumjiek. The Improvement of Metal Stamping Procurement Process / Applied Mechanics and Materials 848 (2016): 255-258.
27. Chen, S. B., Ye, Z., & Fang, G. (2014, February). Intelligentized technologies for welding manufacturing. In Materials science forum (Vol. 773, pp. 725-731).
28. Hatfield, G. W., & Roth, D. A. (2007). Optimizing scaleup yield for protein production: Computationally Optimized DNA Assembly (CODA) and Translation Engineering. Biotechnology annual review, 13, 27-42.
29. Holtzer, M., Dańko, R., & Żymankowska-Kumon, S. (2012). Foundry industry—current state and future development. Metalurgija, 51(3), 337-340.
30. Sarwar, M., Persson, M., Hellbergh, H., & Haider, J. (2010). Forces, wear modes, and mechanisms in bandsawing steel workpieces. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 224(11), 1655-1662.

Приложение А

Маршрутные карты

Таблица А.1 - Маршрутные карты

| Дубл. | Взам. | Глобл. | Лист 1 | Листов 6 | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------|----------------------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------|------|----|------|-----|------|------|
| Разработал Ставицкий Проверил Логинов | | | ТГУ | | | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | | Корпус патрона | | | | | | | | | | |
| M01 Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71 | | | | | | | | | | | | | |
| Код | ЕВ | МД | ЕН | Н.расс. | КИМ | Код. загот. | Профиль и размеры | | КД | МЗ | | | |
| - | 166 | 2,3 | 1 | | 0,57 | 16 | Ø70×162 | | 1 | 4,06 | | | |
| А | Уч. РМ Опер. | | Код, наименование операции | | Обозначение документа | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз. | Тшт. |
| A01 XX.XX.XX 005 4110 Токарная черновая ИОГ ХХХ | | | | | | | | | | | | | |
| B02 XXXXXX Токарно-винторезный с ЧПУ САМАТ-400ХС 1 18235 322 1 1 1 1 118 1 23 2,78 | | | | | | | | | | | | | |
| O03 Точить поверхность 10, выдерживая размер 45°±1°; точить поверхность 12, выдерживая размер Ø58,3-0,7; точить поверхность 13, | | | | | | | | | | | | | |
| O04 выдерживая размер 92,6±0,435; точить поверхность 14, выдерживая размер Ø41,3±0,031, сверлить поверхность 22, выдерживая | | | | | | | | | | | | | |
| O05 размеры Ø28 ^{+0,4} _{+0,2} на длину 83±0,435. | | | | | | | | | | | | | |
| T05 XXXXXX Патрон трехшлицевой; XXXXXX Резец сборный Т15К6; XXXXXX Сверло спиральное Р6М5; | | | | | | | | | | | | | |
| T06 XXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-пробка. | | | | | | | | | | | | | |
| A07 XX.XX.XX 010 4110 Токарная черновая ИОГ ХХХ | | | | | | | | | | | | | |
| B08 XXXXXX Токарно-винторезный с ЧПУ САМАТ-400ХС 1 18235 322 1 1 1 1 118 1 23 2,74 | | | | | | | | | | | | | |
| O09 Точить поверхность 9, выдерживая размер Ø70,3-0,74; точить поверхность 8, выдерживая размер 87,7±0,435; точить поверхность 3, выдерживая | | | | | | | | | | | | | |
| O10 размер Ø63,7±0,15; точить поверхность 1, выдерживая размер 162,7±0,5, сверлить поверхность 26 в размер Ø11,3Н10 ^(р=0,07) на длину 61±0,37. | | | | | | | | | | | | | |
| T11 XXXXXX Патрон трехшлицевой; XXXXXX Резец сборный Т15К6; XXXXXX Сверло спиральное Р6М5; | | | | | | | | | | | | | |
| T12 XXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-пробка. | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | |

