

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 опоры автопогрузчика

Обучающийся	<u>А.С. Попов</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.А. Боргардт</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>
	<u>М.А. Кривова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>

Тольятти 2025

Аннотация

Автор: Попов Артем Сергеевич.

Группа: ТМб-2101а.

Тема: Технологический процесс изготовления опоры автопогрузчика.

В работе спроектирован современный технологический процесс изготовления опоры автопогрузчика.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь «опора автопогрузчика», выполнен анализ ее поверхностей и выполнена их классификация. Согласно заданной годовой программы выпуска, выбран среднесерийный тип машиностроительного производства и обозначены его характеристики. Для производства заготовки проведено сравнение двух наиболее подходящих типов заготовок и выбрана штамповка. Далее проведены выбор методов обработки каждой поверхности, расчет припусков и расчет режимов резания.

Для базирования и закрепления заготовки на 015 токарной окончательной операции нами спроектировано станочное приспособление – токарный патрон, имеющий механизированный привод. За счет механизации действия приспособления сокращается вспомогательное время, затрачиваемое на зажим-разжим заготовки в приспособлении, что сокращает, соответственно, и штучное время на этой операции.

Для обработки поверхностей под головки винтов опоры на операции 025 нами спроектирован режущий инструмент – зенкер торцовый. Этот инструмент, в отличие от аналогичного инструмента из базового варианта техпроцесса, имеет сборную конструкцию. Сборная конструкция зенкера упрощает его переточку при ее надобности, а также делает возможным использование зенкера с другой направляющей частью, что делает зенкер более универсальным режущим инструментом.

Abstract

A modern technological process for manufacturing a forklift support is designed in the work.

One of the types of transport used in machine-building enterprises are forklifts, which move massive production facilities or production containers with a certain number of parts or blanks.

At the initial stage of the work, we described the design object, which is the "loader support" part, analyzed its surfaces and classified them. According to the set annual production program, the medium-scale type of machine-building production is selected and its characteristics are indicated. For the production of a blank, two most suitable types of blanks were compared and stamping was selected. Next, the selection of processing methods for each surface, the calculation of allowances and the calculation of cutting modes were carried out.

To base and secure the workpiece on 015 of the turning final operation, we have designed a machine tool – a turning chuck with a mechanized drive. Due to the mechanization of the action of the device, the auxiliary time spent on clamping and unclenching the workpiece in the device is reduced, which reduces, respectively, the unit time for this operation. To process the surfaces for the heads of the prop screws in operation 025, we have designed a cutting tool, an end countersink. This tool, unlike a similar tool from the basic version of the process technology, has a prefabricated structure.

The prefabricated design of the countersink simplifies its re-alignment if necessary, and also makes it possible to use a countersink with a different guide part, which makes the countersink a more versatile cutting tool.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Назначение и условия работы детали.....	10
1.2 Классификация поверхностей детали.....	10
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	11
2 Технологическая часть.....	15
2.1 Определение типа производства.....	15
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	16
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	16
2.4 Выбор методов обработки	18
2.5 Расчет припусков.....	22
2.6 Расчет режимов резания.....	25
3 Проектирование приспособления.....	31
3.1 Исходные данные	33
3.2 Силовой расчет	34
4 Проектирование режущего инструмента.....	40
4.1 Исходные данные.....	41
4.2 Проектирование зенкера.....	42
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	44
5.1 Конструкторско-технологическая и организационно- техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	45
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	46
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков...	48
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	49
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	50

6 Экономическая эффективность.....	51
Заключение.....	55
Список используемой литературы.....	56
Приложение А. Технологическая документация.....	59

Введение

Важным значением в работе машиностроительного предприятия является вспомогательные службы и производства. От их функционирования увеличивается эффективность основного производства, снижаются временные затраты, увеличивается производительность.

Вспомогательные производства выполняют функции изготовления неосновной продукции, такой как специальные станочные приспособления или инструменты, что увеличивает производительность основного производства или, вообще, делает его возможным. Некоторые заводы, как например АВТОВАЗ, имеют в числе вспомогательных производств даже станкостроительные производства для изготовления специальных металлообрабатывающих станков.

К числу вспомогательных служб на машиностроительных предприятиях относят складские системы, транспортную службу, службу энергообеспечения предприятия и та далее. Транспортная служба выполняет функции перемещения различных грузов и предметов производства из одного места в другое, например, со склада на обрабатывающий пост или наоборот. Транспортные службы экономят время для предприятия. Ведь если это бы выполнялось вручную работниками предприятия, то на это уходило бы гораздо больше времени и средств на оплату труда.

Одним из видов транспорта, используемых на машиностроительных предприятиях являются автопогрузчики, при помощи которых перемещаются массивные объекты производства или же производственная тара с некоторым количеством деталей или заготовок.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «опора автопогрузчика» заданного качества с наименьшей себестоимостью изготовления, согласно годовой программе выпуска.

1 Анализ исходных данных

«Важная роль в осуществлении комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, ликвидации ручного труда при выполнении основных и вспомогательных производственных операций перегрузочного процесса принадлежит мобильной перегрузочной технике».

[21]

«Выполнение погрузочно-разгрузочных работ и транспортных работ в крутых вагонах, автомобилях, на складах, морском и речном транспорте, железнодорожном и воздушном транспорте, в промышленности осуществляется в основном мобильной перегрузочной техникой. Это объясняется возможностью широкого применения разнообразных навесных сменных грузозахватных приспособлений, что позволяет перегружать и транспортировать практически любые виды штучных и навалочных грузов».

[21]

«Мобильная перегрузочная техника по сравнению с другими видами подъемно-транспортных машин более компактна и маневренна, имеет меньшую массу и более высокие эксплуатационные показатели; она требует относительно меньших капиталовложений при сравнительно коротких сроках окупаемости».

[21]

«Мобильная перегрузочная техника (а именно погрузчики) по характеру технологического процесса подразделяется на погрузчики периодического действия и погрузчики непрерывного действия. В свою очередь по роду перегружаемого груза погрузчики периодического и непрерывного действия подразделяются на погрузчики для штучных грузов и навалочных грузов».

[21]

«Наибольшее применение для подъемно транспортных работ на промышленных предприятиях, железнодорожном транспорте, в морских и речных портах, различных складах получили универсальные погрузчики».

[21]

«Классификация погрузчиков по основным признакам представлена на рисунке 1». [21]



Рисунок 1 – Классификация погрузчиков

«Трехколесные погрузчики (рисунок 2,а) имеют меньший радиус поворота и диаметр колес по сравнению с четырехколесными (рисунок 2б), поэтому они более маневренны». [21]



Рисунок 2 – Трехколесный (а) и четырехколесный (б) погрузчики

«Эти погрузчики рационально использовать в крытых помещениях для перевозки грузов на небольшие расстояния в стесненных условиях. Использование их на открытых неровных площадках затруднено из-за плохой проходимости». [21]

«Погрузчики с поперечно-выдвижным грузоподъемником используются для перевозки длинномерных грузов (пиломатериалов, круглого леса, стальных балок, труб), эти погрузчики позволяют перегружать и транспортировать грузы в широких поездах». [21]

«Погрузчики с продольно-выдвижным грузоподъемником используются для погрузочно-разгрузочных работ в складских помещениях, а также в стесненных условиях цехов промышленных предприятий, имеющих твердое и ровное покрытие пола». [21]

«Погрузчики с поворотно-выдвижным грузоподъемником или вилами рационально используются для обслуживания многоярусных стеллажей в складских помещениях. Ширина проезда между стеллажами при использовании этих погрузчиков может быть практически равна ширине поддона». [21]

«Условно параметры мобильной перегрузочной техники можно разделить на три группы:

- конструктивные;
- технические;
- эксплуатационные». [21]

«К эксплуатационным параметрам относятся маневренность погрузчиков и проходимость». [21]

«Маневренность определяет возможность погрузчика работать в узких проездах при захвате груза и укладке его в штабель, а также вписываться в повороты в местах пересечения проездов под углом 90° . Маневренность зависит от конструктивной особенности погрузчика, радиуса поворота и габаритных размеров и определяется параметром – ширина проезда». [21]

«Проходимость погрузчика характеризуется его способностью преодолевать подъем и неровности дороги и зависит от величины крутящего момента, создаваемого ведущими колесами, диаметра колес и сцепления колеса с дорогой». [21]

1.1 Назначение и условия работы детали

Опора предназначена для работы подвески погрузчика. Она воспринимает усилия давления на заднюю, не нагруженную ось погрузчика. Усилия в основном связаны с неровностями поверхности, по которой движется автопогрузчик, а также с его собственной массой.

1.2 Классификация поверхностей детали

Для выявления назначения каждой поверхности детали пронумеруем каждую поверхность и представим это на рисунке 3.

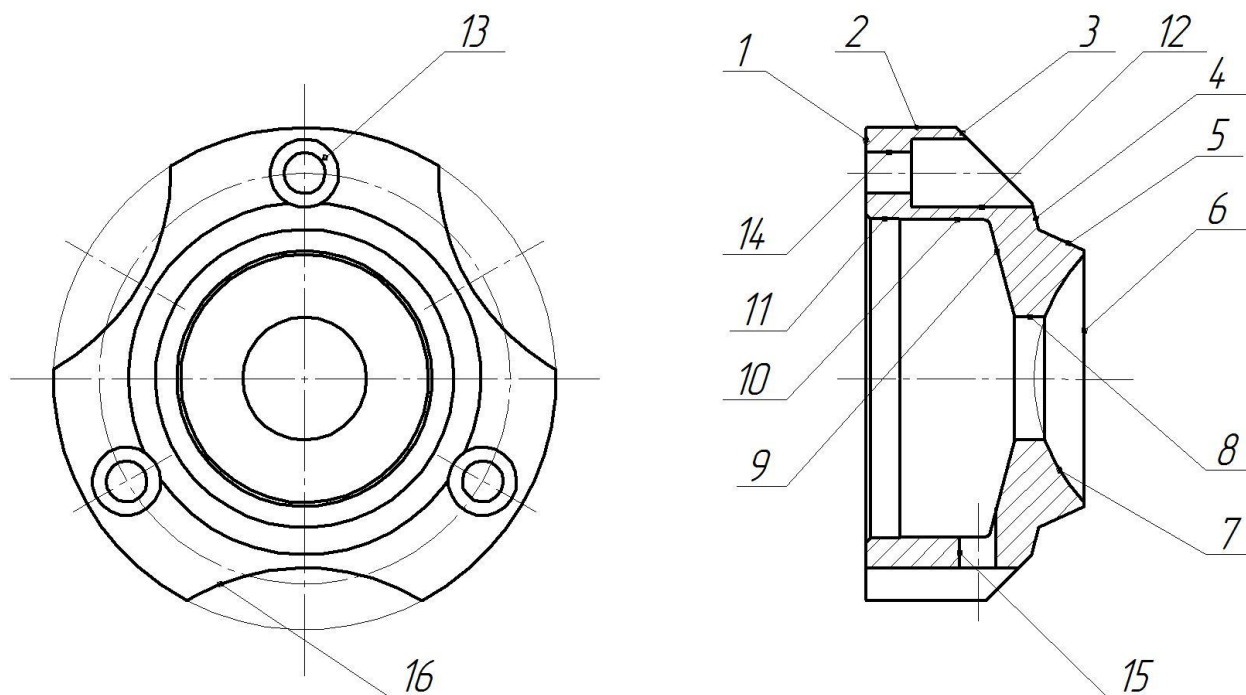


Рисунок 3 – Классификация поверхностей

Исполнительной поверхностью опоры является шаровая внутренняя поверхность 7.

Основными конструкторскими базами являются поверхности 1, 10.

Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 13, 15.

Остальные поверхности – свободные.

«Основная функция шаровой опоры состоит в обеспечении фиксированного положения колеса в горизонтальной плоскости во время его вертикального перемещения. Шаровой палец имеет возможность вращаться вокруг своей оси в корпусе опоры, раскачиваясь при этом на небольшие углы». [13]

«Конструкции шаровых опор постепенно потерпели некоторые изменения, хотя они не носят принципиального характера. На смену штампованным корпусу и крышке, соединенным точечной сваркой, пришли литые и разборные опоры с резьбовой крышкой, необслуживаемые и обслуживаемые с пресс-масленками, через которые можно подать свежую порцию смазки с корпус опоры». [13]

«Детали шаровой опоры изготавливаются, в основном, из стали. Для снижения трения контактирующих рабочих поверхностей сферическое углубление корпуса покрывают антифрикционным материалом, или вставляют в него пластмассовые вкладыши, изготовленные, например, из капролона». [13]

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом червяка привода горизонтально-фрезерного станка является сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [11].

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	197...217	930	49	7

«Современное машиностроение требует повышения служебных свойств и надежности работы изделий, что неразрывно связано с применением и совершенствованием конструкционных сталей и сплавов, а также с разработкой новых материалов с особыми структурой и свойствами для специальных условий эксплуатации. При этом остро стоят вопросы разработки и оптимизации технологий производства и упрочняющей обработки материалов. Для решения данных вопросов современному техническому специалисту необходимо совместно рассматривать особенности кристаллического строения, структуры, химического состава, деформации и разрушения, а также условий применения конструкционных сталей и сплавов. При этом важны теоретические закономерности физико-химических явлений, лежащих в основе традиционных и новых технологий их производства». [26]

«Конструкционные стали являются основным материалом для изготовления широкого спектра деталей, работающих в различных условиях, от надежности которых зависит безопасность эксплуатации конструкций, оборудования, механизмов и машин. Из всех материалов, применяемых в настоящее время и прогнозируемых в будущем, только сталь позволяет получить оптимальное сочетание высоких значений механических и эксплуатационных характеристик при хорошей технологичности и сравнительно низкой стоимости». [26]

«Изучение структурообразующих процессов в металле является научной основой для повышения свойств существующих и разработки новых конструкционных сталей с заданными структурой и свойствами с учетом растущих потребностей развития современного машиностроения». [26]

«Одно из основных условий развития современного машиностроения – это повышение служебных свойств конструкционных сталей и сплавов». [26]

«Согласно общепринятому определению, сталь – это сплав железа с углеродом (до 2,14%). Сталь является многокомпонентной системой, содержит постоянные примеси (Si, Mn, S, P, O₂ и другие) и различные легирующие элементы, добавляемые при производстве для достижения заданной структуры и свойств. Углерод рассматривают как основной легирующий элемент стали, оказывающий влияние на формирование структуры и свойств, поэтому на практике анализ структуры углеродистых сталей проводят по диаграмме состояния Fe – Fe₃C. В основу классификации сталей положено множество различных признаков, характеризующих технологии производства стали и изготовление деталей, учитывающих химический состав, свойства и область применения сталей». [26]

«Качественные стали (углеродистые и легированные) выплавляются в электрических печах с применением прогрессивных технологий выплавки, раскисления, очистки и рафинирования расплава. Отличаются низким содержанием вредных примесей и газов, повышенной чистотой металла по неметаллическим включениям, что гарантирует им повышенные механические и эксплуатационные свойства. Данные стали имеют более высокую себестоимость по сравнению со сталями обыкновенного качества, применяются для более ответственных изделий, работающих в сложных эксплуатационных условиях». [26]

«В каждой стране приняты свои национальные маркировки стали, что иногда приводит к проблеме сопоставления стандартных марок стали разных государств. В России принята буквенно-цифровая маркировка сталей в зависимости от их качества и назначения». [26]

«Для обозначения марок легированных качественных сталей принята буквенно-цифровая система. Буквы обозначают присутствие в стали определенного элемента. Цифры, стоящие за буквами, показывают содержание углерода в конструкционных сталях в сотых долях процента, в инструментальных – в десятых долях процента. Буквами обозначены следующие элементы: А – азот, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д –

медь, Е – селен, К – кобальт, М – молибден, Н – никель, П – фосфор, Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ц – цирконий, Ю – алюминий». [26]

«Если содержание элементов не превышает 1,5%, то цифры не ставят. Примеры маркировки марок сталей: 14Г2 – низколегированная качественная сталь, спокойная, содержит приблизительно 0,14% углерода и до 2% марганца; 15ХСНД – низколегированная качественная сталь, спокойная, содержит 0,15% углерода и от 0,8 до 1,5% хрома, кремния, никеля и меди (каждого); 110Г13Л – высоколегированная марганцовистая износостойкая сталь для отливок аустенитного класса, содержит 1,1% углерода, 13% марганца, буква Л означает, что сталь литейная». [26]

«Технологичной называется такая конструкция, которая изготавливается при минимальных затратах труда, времени, средств и обеспечивает заданные эксплуатационные показатели». [26]

Конструкция опоры автопогрузчика довольно простая, имеет простую пространственную форму, различные фаски и канавки. Контроль параметров всех поверхностей довольно прост, поэтому делаем вывод о достаточной технологичности детали.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«В зависимости от потребностей различные изделия машиностроительного производства изготавливают в различных количествах. Одни изделия на предприятии изготавливают в одном экземпляре, другие – сотнями тысяч штук». [25]

«В зависимости от номенклатуры и объема выпуска изделий различают три основных типа производства: единичное, серийное и массовое. Серийное производство делят на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное». [25]

«Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается». [25]

«Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. Продукцией серийного производства являются машины установившегося типа, выпускаемые в значительных количествах. Этот тип производства является наиболее распространенным». [25]

«Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна операция. Продукцией массового производства являются изделия, рассчитанные на широкий круг потребителей». [25]

«Деление производства на типы в известной мере является условным и производится по преобладающему производству. Например, на подшипниковом заводе производство подшипников является массовым. В ремонте же цехе завода имеет место единичное производство». [25]

В нашей работе мы будем выбирать тип машиностроительного производства исходя из массы детали $m=1,3$ кг и годового объема выпуска $N=5000$ штук. Исходя из этих параметров принимаем среднесерийное производство.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«Характерным признаком серийного производства является выполнение на рабочих местах относительно небольшого числа периодически повторяющихся операций. В серийном производстве используют как специальные средства технологического оснащения, так и универсальные. Оборудование в цехах располагают по ходу технологического процесса или по его типам (мелкосерийное производство). Технологические процессы в серийном производстве разрабатываются подробно. Квалификация основных рабочих в целом ниже, чем в единичном производстве, но остается высокой, например при работе на станках с ЧПУ». [25]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Изготовление деталей начинается с производства заготовок. Заготовкой называют предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь». [29]

«Заготовки характеризуются конфигурацией и размерами, точностью получаемых размеров, структурой металла, состоянием поверхности и так далее. Форма и размеры заготовки определяют технологию ее изготовления и последующую механическую обработку. Точность размеров является важнейшим фактором, влияющим на стоимость изготовления детали.

Необходимо обеспечить стабильность размеров заготовки в пределах изготавливаемой партии». [29]

«Состояние поверхности (отбел чугуновых отливок, слой окислы на поковках и так далее) может существенно затруднять последующую механическую обработку резанием». [29]

Форма детали такова, что ее примерную форму можно получить двумя следующими способами: прокатом или штамповкой. В случае получения заготовки прокатом [13] ее масса будет равна $m = 4,3$ кг, а при штамповке [15] масса заготовки будет $m = 2,7$ кг. Выполним подробный расчет для выбора наиболее выгодного варианта.

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

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

где $C_c = 0,495$; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,085$ ». [19]

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

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

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

где $C_{шт} = 0,315$; $k_m = 0,9$; $k_c = 0,84$; $k_\epsilon = 1,14$; $k_m = 1,0$; $k_n = 1,0$ ». [19]

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

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

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

где $Q_{шт} = 2,7$; $q = 1,3$; $C_{отх} = 0,0144$ ». [19]

$$C_{mii} = 0,2715 \cdot 2,7 + 0,6578(2,7 - 1,3) - (2,7 - 1,3)0,0144 = 1,6338$$

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

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

где $Q_{np} = 4,3$; $q = 1,3$; $C_{отх} = 0,0144$ ». [19]

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 4,3 + 0,6578(4,3 - 1,3) - 0,0144(4,3 - 1,3) = 2,4543 \text{ руб.}$$

По выполненному расчету двух вариантов получения заготовки для изготовления детали было выявлено, что наиболее выгодным вариантом является штамповка.

«Коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3} \text{ »}. [19] \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{1,3}{2,7} = 0,48.$$

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

2.4 Выбор методов обработки

«Детали с наружными поверхностями вращения подразделяют на несколько классов в зависимости от конструкторско-технологического подобия, которое определяется совокупностью признаков. За основу обычно принимаются следующие основные признаки: геометрическая форма, параметрический (учитывает отношение длины детали к диаметру), конструктивный, функциональный». [28]

«Учитывая один из основных признаков классификации – геометрическую форму деталей, рассмотрена обработка трех классов

деталей, имеющих разнообразную форму и наружные поверхности тел вращения:

- тела вращения типа валов, дисков, штоков и другие;
- тела вращения с профилем типа лопаток компрессора с цапфами;
- тела вращения и невращения типа тройников, угольников, крестовин (детали арматуры), имеющие элементы с наружными поверхностями вращения». [28]

«Обработку наружных поверхностей вращения деталей из конструкционных и легированных сталей целесообразно выполнять в зависимости от соотношения длины детали по оси вращения к наибольшему наружному диаметру: при $L/D \geq 2$ (валы, гильзы, штоки); при $2 \geq L/D \geq 0,5$ (пальцы, втулки); при $L/D \leq 0,5$ (диски, кольца, фланцы)». [28]

В нашем случае

$$\frac{L}{D} = \frac{47,8}{110} = 0,43, \text{ следовательно, наша деталь относится к третьей группе.}$$

«Обработку наружных поверхностей тел вращения ответственных деталей обычно подразделяют на этапы: черновой, получистовой, чистовой и окончательный. Этапы обработки выбираются в зависимости от служебного назначения детали, технических и технологических требований, характеристик термической обработки, точности, качества поверхностного слоя». [28]

Анализ поверхности 1: форма поверхности - плоская наружная; качество точности IT14; шероховатость Ra 0,8. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 2: форма поверхности - цилиндрическая наружная; качество точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 3: форма поверхности - коническая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 4: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 5: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 6: форма поверхности - цилиндрическая наружная; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 7: форма поверхности - сферическая внутренняя; квалитет точности IT7; шероховатость Ra 0,8. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 8: форма поверхности - цилиндрическая внутренняя; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 9: форма поверхности - коническая внутренняя; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 10: форма поверхности - цилиндрическая внутренняя; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение.

Анализ поверхности 11: форма поверхности - цилиндрическая внутренняя; квалитет точности IT7; шероховатость Ra 0,8. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Анализ поверхности 12: форма поверхности - цилиндрическая внутренняя; квалитет точности IT0; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: сверление.

Анализ поверхности 13: форма поверхности - плоская внутренняя; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: сверление, цекование.

Анализ поверхности 14: форма поверхности - цилиндрическая внутренняя; квалитет точности IT10; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: сверление.

Анализ поверхности 15: форма поверхности - цилиндрическая внутренняя; квалитет точности IT10; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: сверление.

Анализ поверхности 16: форма поверхности - цилиндрическая внутренняя; квалитет точности IT14; шероховатость Ra 6,3. Чтобы выполнить данные условия по качеству обработки поверхности, необходим следующий порядок методов обработки: фрезерование.

2.5 Расчет припусков

«В настоящее время в машиностроении применяются два метода установления припусков на обработку – опытно-статистический и расчетно-аналитический». [13]

«При использовании опытно-статистического метода припуски устанавливают по таблицам, которые составлены на основе обобщения практических данных передовых производств. Его недостатком является то, что припуски назначают без учета конкретных условий построения технологических процессов». [28]

«Расчетно-аналитический метод определения припусков базируется на основе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого перехода технологического процесса обработки поверхности. Значение припуска определяют методом дифференцированного расчета по элементам, составляющим припуск. Расчетно-аналитический метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки данной поверхности детали (промежуточные припуски), их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности, и размеров заготовки». [27]

Расчетно-аналитическим методом определим припуски на обработку поверхности 11 с параметрами $\varnothing 70H7(^{+0,030})$ мм, $L = 5,5$ мм, $Ra = 0,8$ мкм.

«Суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot TD». [27] \tag{6}$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,600 = 0,400.$$

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

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,029.$$

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

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

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

«Максимальное и минимальное значения припуска (мм)

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

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i)». [27] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,801.$$

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

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

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_3^2} = 0,05 + \sqrt{0,012^2 + 0^2} = 0,062$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,801 + 0,5(1,600 + 0,300) = 1,751.$$

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

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

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(TD_3 + TD_4) = 0,062 + 0,5(0,046 + 0,030) = 0,0100.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$D_{4\min} = 70,000.$$

$$D_{4\max} = 70,030.$$

$$D_{3\max} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 70,000 - 2 \cdot 0,062 = 69,876.$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 69,876 - 0,046 = 69,830.$$

$$D_{TO\min} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 69,830 - 2 \cdot 0,130 = 69,570.$$

$$D_{TO\max} = D_{TO\min} + TD_{TO} = 69,570 + 0,120 = 69,690.$$

$$D_{2\max} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 69,450 \cdot 0,999 = 69,381.$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 69,381 - 0,074 = 69,307.$$

$$D_{1\min} = D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 69,307 - 2 \cdot 0,275 = 68,757.$$

$$D_{1\max} = D_{1\min} - TD_1 = 68,757 - 0,300 = 68,457.$$

$$D_{0\min} = D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 68,457 - 2 \cdot 0,801 = 66,855.$$

$$D_{0\max} = D_{0\min} - TD_0 = 66,855 - 1,6 = 65,255.$$

«Средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$D_{cpi} = 0,5(D_{i\max} + D_{i\min}) \rangle. [27] \quad (9)$$

$$D_{cp0} = 0,5(D_{0\max} + D_{0\min}) = 0,5(65,255 + 66,855) = 66,055.$$

$$D_{cp1} = 0,5(D_{1\max} + D_{1\min}) = 0,5(68,457 + 68,757) = 68,607.$$

$$D_{cp2} = 0,5(D_{2\max} + D_{2\min}) = 0,5(69,381 + 69,307) = 69,344.$$

$$D_{cpTO} = 0,5(D_{TO\max} + D_{TO\min}) = 0,5(69,450 + 69,570) = 69,510.$$

$$D_{cp3} = 0,5(D_{3\max} + D_{3\min}) = 0,5(69,830 + 69,876) = 69,853.$$

$$D_{cp4} = 0,5(D_{4\max} + D_{4\min}) = 0,5(70,000 + 70,030) = 70,015.$$

«Общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \rangle. [27] \quad (10)$$

$$2Z_{\min} = 70,000 - 66,855 = 3,145.$$

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

$$2Z_{\max} = 3,145 + 1,600 + 0,030 = 4,775.$$

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

$$2Z_{cp} = 0,5(3,145 + 4,775) = 3,960.$$

Полученные значения припусков используем для проектирования заготовки, а также для определения режимов обработки этой поверхности. Далее при проектировании технологических операций техпроцесса эти наименьшие и наибольшие припуски будут важны для назначения режимов обработки.

2.6 Расчет режимов резания

«Определение режимов обработки производится по операциям и переходам после выбора оборудования и режущего инструмента в такой последовательности:

- назначается глубина резания t (мм);
- выбирается подача S ;
- определяется скорость резания V (м/мин);
- рассчитывается и уточняется по паспорту станка частота вращения шпинделя n (мин⁻¹)». [12]

«При определении режимов резания по общемашиностроительным нормативам, нормативы базируются на исходных данных экспериментально-исследовательских работ. Служат для назначения рационального режима резания и выборе наиболее выгодного сочетания скорости резания и подачи, обеспечивающих наибольшую производительность труда с учетом режущих свойств инструмента и возможностей оборудования». [12]

2.6.1 Расчет режимов резания на операцию 005.

Переход 1.

Глубина резания $t = 2,0$. [24]

Подача $S = 0,3$. [24]

«Скорость резания

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

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; V_0 = 180$ ». [24]

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

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [24]} \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 115} = 498,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [24]} \quad (15)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 400}{1000} = 144,4 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{ ». [24]} \quad (16)$$

$$S = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \text{ ». [24]} \quad (17)$$

$$T_0 = \frac{46}{120} = 0,38 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 2,0$. [24]

Подача $S = 0,3$. [24]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 27} = 2123 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 2000}{1000} = 169,6 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 2000 = 600 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{31}{600} = 0,05 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,38 + 0,05 = 0,43, \text{ мин.}$$

2.6.2 Расчет режимов резания на операцию 025.

«В общероссийском технологическом классификаторе деталей машиностроения детали машин разделены на классы, подклассы, группы и подгруппы. Практически все детали имеют отверстия. Это могут быть корпуса различных видов, рычаги, шатуны, стойки, крышки, кронштейны, проушины, серьги, вилки, петли, хомуты, шкивы, валы, зубчатые колеса, звездочки, втулки и прочее. И только некоторые, самые простейшие детали, не имеют отверстий. Виды и формы отверстий в деталях машин могут быть

самыми разнообразными: сквозные, глухие, ступенчатые, шлицевые, резьбовые, глубокие (глубиной более пяти диаметров), точные (Н9 и точнее), неточные (Н10 и грубее), цилиндрические, конические и другие. Может быть и сочетание различных видов и форм отверстий. Именно по этому в машиностроительном производстве используется много методов обработки отверстий». [30]

Переход 1.

Подача $S = 0,2$. [24]

«Длина хода инструмента

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_D \gg. [24] \quad (18)$$

Примем $L_{\Pi} = 1$ мм, $L_D = 0$.

$$L = 10 + 1 = 11 \text{ мм.}$$

«Скорость резания

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \gg, [24] \quad (19)$$

где $V_{табл} = 17$; $K_1 = 0,7$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$. [24]

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 10} = 379,0 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 315}{1000} = 9,9 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{n_{\text{омв}} \cdot L_{\text{п.х}}}{S_M} \gg. [24] \quad (20)$$

$$T_0 = \frac{3 \cdot 11}{63} = 0,52 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Длина хода инструмента

$$L = 30,9 + 1 = 31,9 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,2$. [30]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 15} = 252 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 250}{1000} = 11,8 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{3 \cdot 31,9}{50} = 1,91 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Длина хода инструмента

$$L = 12,6 + 1 = 13,6 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,2$. [30]

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 9} = 421 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 400}{1000} = 11,3 \text{ м/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{3 \cdot 13,6}{80} = 0,51 \text{ мин.}$$

Переход 4.

Длина хода инструмента

$$L = 2 + 1 = 3 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,2 \cdot [30]$

Скорость резания

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 15} = 252 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 250}{1000} = 11,8 \text{ м/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{3 \cdot 3}{50} = 0,18 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,52 + 1,91 + 0,51 + 0,18 = 3,12, \text{ мин.}$$

Рассчитанные режимы обработки указаны в технологической части работы (приложение А) и на технологических наладках, представленных в графической части.

3 Проектирование приспособления

«Технологическая оснастка – средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса. При принятой классификации вся технологическая оснастка подразделена на 10 групп, за каждой из которых закреплен цифровой индекс. В частности:

- группа 2 – инструмента для обработки резанием металлов. Он используется для изменения формы и размеров металлических изделий (материалов) путем снятия стружки. В группе 2 относятся резцы, сверла, фрезы, метчики, развертки и другой металлорежущий инструмент, в том числе и слесарный;

- группа 3 – инструмент для обработки резанием неметаллических материалов. Это сверла, фрезы, резцы и т. п. для резания дерева, пластмасс и других подобных материалов;

- группа 6 – вспомогательный инструмент – устройства, предназначенные для закрепления режущего инструмента на станках и при ручных работах. К вспомогательному инструменту относятся переходные втулки, державки, оправки, головки, патроны, воротки и так далее;

- группа 7 – приспособления для станочных и ручных работ. Это устройства, используемые для базирования и закрепления изделий при обработке их на станках, сборке, ручных работах. Приспособления обеспечивают связь обрабатываемого изделия со станком и инструментом, в ряде случаев позволяя координировать и направлять инструмент, точно смещать изделие (выполнять деление) и так далее. К таким приспособлениям относятся тиски, кондукторы, патроны, делительные устройства, оправки, дополнительные механизмы к станкам;

- группа 8 – средства измерения и контроля линейных и угловых величин. Они служат для определения отклонения размеров изделий, формы и положения поверхностей». [17]

«Внутри каждой группы технологическая оснастка подразделяется на подгруппы, виды и разновидности с присвоением каждой квалификационной ступени определенной цифровой характеристики. В свою очередь, каждая разновидность имеет конкретные типоразмеры, которым также присвоены соответствующие индексы». [17]

«Все это позволяет обозначать технологическую оснастку в различных документах, например в технологических картах, условно цифрами, что в значительной мере упрощает оформление этих документов, дает возможность более четко организовывать учет и хранение оснастки». [17]

«Приспособления – технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. Приспособления наиболее часто классифицируют по двум признакам: по группам станков и по степени специализации. Наиболее характерными и распространенными являются приспособления для токарных, revolverных, круглошлифовальных, сверлильных, расточных, фрезерных, протяжных и зубообрабатывающих станков». [17]

«По степени специализации приспособления, как элементы оснащения оборудования, можно разделить на семь групп:

- неразборные специальные (НСО);
- специализированные наладочные (СНО);
- универсально-наладочные (УНО);
- универсально-сборные переналаживаемые (УСПО);
- сборно-разборные (СРО);
- универсально-сборные (УСО);
- универсально-безналадочные (УБО)». [17]

«Универсально-безналадочные приспособления применяются при обработке различных деталей и в ряде случаев на различных станках. Перед использованием приспособления не требуют доработки и укомплектования. К подобным приспособлениям относятся различные патроны, тиски,

поворотные столы, делительные устройства, центры и оправки магнитные плиты и другие. Многие из них стандартизированы». [17]

«Специальные и специализированные приспособления служат для обработки данной детали (группы типовых деталей) на определенной операции. Разработка и изготовление подобных приспособлений требуют соответствующих навыков и методик». [17]

3.1 Исходные данные

В технологическом процесс изготовления опоры автопогрузчика на токарной чистовой операции 015 выполняется обточка контура заготовки контурным резцом, далее резцом с круглой неперетачиваемой пластиной проводится точение сферической поверхности и далее, с помощью расточного резца, обрабатывается внутреннее отверстие. Эскиз операции представлен на рисунке 4.

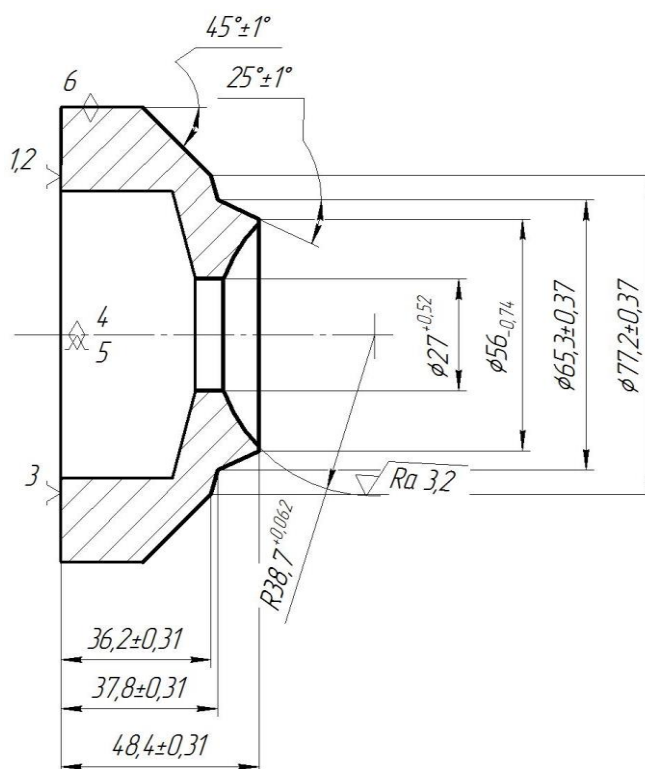


Рисунок 4 – Эскиз операции 015

В этом разделе наша задача – спроектировать механизированное станочное приспособление для закрепления заготовки на этой операции.

3.2 Силовой расчет

«Основным назначением силового привода в приспособлении является создание исходной силы тяги Q , необходимой для зажима заготовки силой W , то есть усилием зажима. Кроме этого, силовые приводы используют для механизации и автоматизации приема заготовки и выгрузки, поворота приспособления, включения и выключения станка, удаления стружки, транспортирования детали и других видов работ. Силовой агрегат привода представляет собой преобразователь какого-либо вида энергии в механическую, необходимую для работы зажимных механизмов. В связи с этим приводы классифицируют по виду преобразуемой энергии». [11]

Определим составляющие силы резания

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

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 170,5^{-0,3} \cdot 0,9 = 60,3 \text{ , Н.}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 170,5^{-0,15} \cdot 0,9 = 1121, \text{ Н.}$$

«Крутящий момент

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

где P_z - сила резания, Н;

d_0 – максимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм». [31]

Момент от силы зажима

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

Приравнивая эти две формулы, получим

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

Коэффициент запаса K

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

где $K_0 = 1,5$; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,5$. [31]

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

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 1121 \cdot 110,6}{0,3 \cdot 110,6} = 13452, \text{ Н.}$$

«Усилие, прикладываемое к кулачкам

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

где l_k – вылет кулачка;

H_k – длина направляющей;

f_1 – коэффициент трения». [31]

$$W_1 = \frac{1345,2}{\left(1 - \left(\frac{3 \cdot 62}{80}\right) \cdot 0,1\right)} = 1752,7 \text{ Н.}$$

«Зажимное усилие

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

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

где α – угол скоса клина;

φ, φ_1 – углы трения по наклонной и плоской поверхности клина соответственно». [4]

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

$$Q = \frac{1752,7}{2,1} = 834,6 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня

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

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

На рабочие поверхности приспособления необходимо нанести износостойкое покрытие для увеличения срока службы приспособления. Материалы с хорошей химической инертностью, стойкостью к окислению и

коррозии, а также механической прочностью востребованы во многих экстремальных условиях, таких как химические заводы, морские применения, конструкции, производственные предприятия, аэрокосмическая и автомобильная промышленность, и это лишь некоторые из них. Продукты, используемые в промышленности и сфере услуг, подвергаются воздействию экстремальных условий, таких как высокая температура, влажность, кислая, щелочная или гиперсоленая среда, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение. Традиционно используемые материалы, такие как сплавы никеля и хрома, титановые сплавы и другие сплавы, являются дорогостоящими и экономически нежизнеспособными для крупных установок. Экономически эффективным решением является использование керамических накладных покрытий на недорогих металлических подложках. Усовершенствованные керамические материалы обладают всеми необходимыми свойствами для увеличения срока службы подложки, используемой в экстремальных условиях. Термическое напыление является одним из таких методов, используемых для покрытия керамики, такой как цирконий, оксид алюминия, диоксид кремния, муллит, стабилизированный иттрием диоксид циркония, титан и т. д. Среди керамических материалов плавленный муллит, полученный методом плавления, является одним из возможных материалов с хорошими свойствами, такими как высокая термостойкость, низкая теплопроводность, стойкость к окислению и коррозии, химическая инертность.

Муллит является подходящим материалом для использования в конструкционной керамике благодаря своей термостойкости и сопротивлению ползучести. Он имеет высокую температуру плавления 1830°C, хорошее электрическое сопротивление, хорошую механическую прочность, низкий коэффициент теплового расширения, низкую электропроводность и низкую диэлектрическую проницаемость ($\epsilon = 56,5$ при 1 МГц), а также хорошие свойства стойкости к химическому и термическому удару. Он используется в огнеупорных изделиях, электронных устройствах,

защитных покрытиях, электрических изоляторах, компонентах газовых турбин и в оптических полях.

В процессе HVOF в качестве топлива использовался H_2 при давлении сгорания 0,55 МПа, скорости газа 2000 м/с, скорости частиц 500 м/с, впрыске порошка с осевой подачей (более горячая зона), более высоком давлении впрыска порошка и скорости распыления до 120 г/мин. Используемый пистолет представляет собой струйный пистолет Metco HVOF, 2700 Diamond с водяным охлаждением. Газотопливная пушка HVOF показана выше на рисунке 5. Распыление HVOF проводилось на M/s Aum Surface Technology, Бангалор. [1]

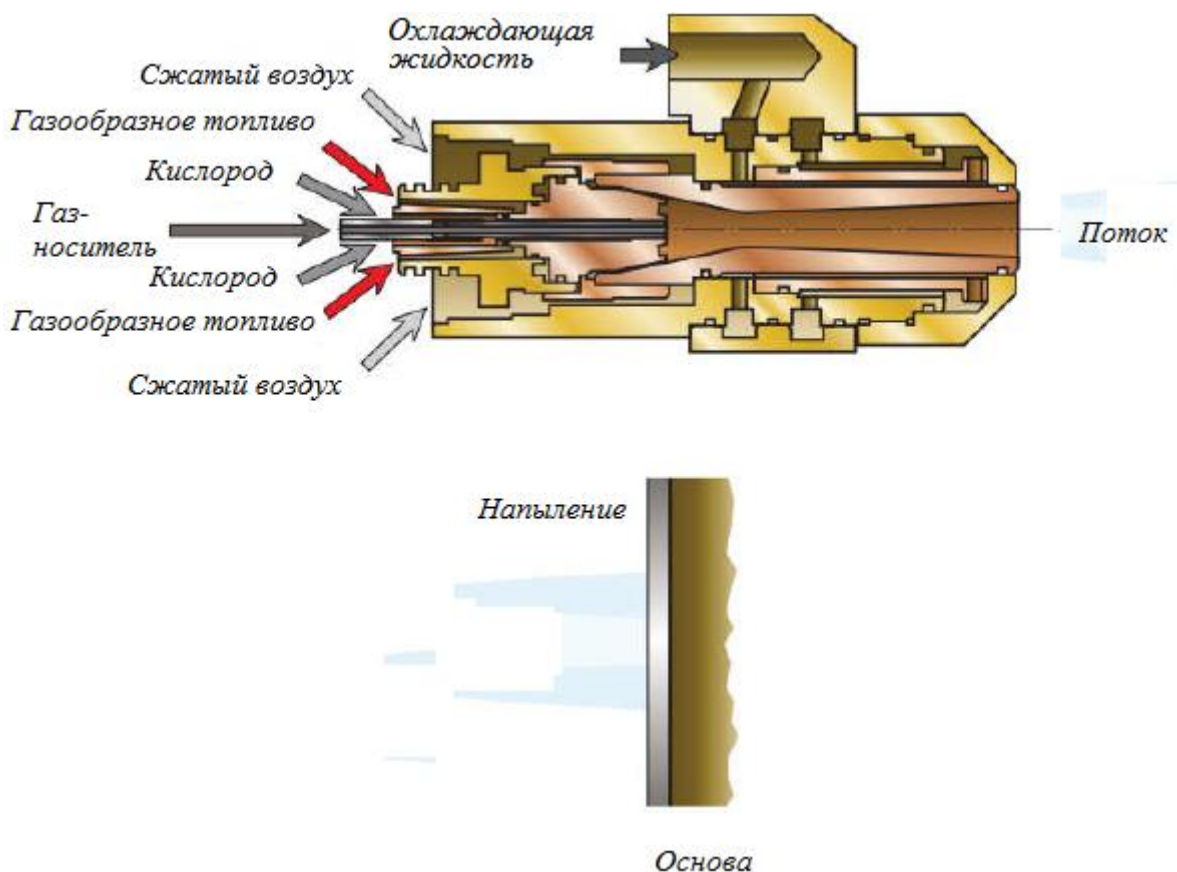


Рисунок 5 – Газотопливный процесс HVOF

Исследования характеристик, такие как XRD, SEM/EDS, толщина покрытия, шероховатость покрытия и исследования поляризации, были проведены, чтобы понять морфологию и физико-химическую природу поверхности с покрытием и рекомендовать пригодность для многих

экстремальных условий его применения. Рентгеноструктурное исследование проводилось с использованием оборудования модели D8 ADVANCE ECO, с помощью сканирующего электронного микроскопа/электродисперсионной спектроскопии проводились на Hitachi Make и Model S 3500, с детекторами – BSE и SE, покрытие – углерод и золото, аксессуары – стадия охлаждения. для наблюдения за вязкими или гелеобразными материалами. СЭМ-изображения использовались для изучения микроструктуры поверхности с покрытием, а ЭДС-исследования обеспечивали элементный анализ. Толщина покрытия играет важную роль в определении прочности сцепления покрытия с подложкой. Исследования доказали, что меньшая толщина покрытия даже до 3 мкм предотвращает расслоение покрытия и обеспечивает более высокий срок службы. [2]

Большая толщина покрытия приводит к плохой прочности покрытия из-за остаточных напряжений и большого количества дефектов. Поэтому необходимо обязательно измерить толщину покрытия. Для исследования использовали прибор магнитной индукции. Для исследования использовался толщиномер покрытия модели CM 8829. Шероховатая поверхность основы необходима для усиления адгезии покрытия. Измеряются такие параметры шероховатости, как Ra и Rz. [1]

Коррозионные характеристики зависят от рассматриваемой системы металл/раствор. Тест состоит из поляризационной ячейки, состоящей из раствора электролита, электрода сравнения, противоэлектрода и интересующего металлического образца (рабочего электрода), соединенного с держателем образца. Электроды подключены к электронному прибору, называемому потенциостатом. Рабочий, контрольный и счетный электроды помещаются в раствор электролита, который соответствует реальной среде применения испытуемого материала. В растворе между различными электродами создается электрохимический потенциал (напряжение). Потенциостат измеряет потенциал коррозии (E_{corr}), который представляет собой разность энергий между рабочим электродом и электродом сравнения.

4 Проектирование режущего инструмента

«Требование рынка сочетать высокую производительность, характерную для массового производства, с высокой гибкостью, отличающей мелкосерийное и единичное производство, открыло путь внедрению станков с ЧПУ в отрасли, где основными видами оборудования всегда были автоматические линии, специальные станки и станки-автоматы. Использование традиционных методических подходов к разработке технологических процессов и к условиям инструментальнообслуживания специального оборудования (автоматических линий, станков-автоматов) приводит к снижению эффективности использования станков с ЧПУ в таких отраслях промышленности, как автомобилестроение, тракторостроение и та далее». [16]

«Принципы формирования номенклатуры инструмента могут быть использованы при разработке комплектов режущего и вспомогательного инструмента, необходимых для поставки со станками, а также при минимизации номенклатуры применяемого на заводе инструмента. Использование этих методических подходов к организации инструментальнообслуживания станков с ЧПУ дает возможность минимизировать простои оборудования, вызванные как затуплением инструмента, так и переналадками станков с операции на операцию». [16]

«Инструмент является основной составной технологической оснастки, используемой в машиностроительном производстве. С ростом уровня автоматизации машиностроения роль инструмента значительно возрастает. Инструмента должен соответствовать требованиям к заданной точности обработки и производительности и условиям его эксплуатации в автоматическом цикле, таким как автоматическая смена инструмента, диагностика, оперативная информация о состоянии режущей части, размерная подналадка, регулирование и так далее». [16]

«Важнейшее значение для автоматизированного производства имеет надежность инструмента. Этому требованию, в первую очередь, отвечает сборный инструмент с механическим креплением режущих пластин. Замена напайного инструмента сборным и цельным твердосплавным является главной задачей машиностроительного производства России». [16]

«Однако сборный инструмент отличается большей сложностью и многовариантностью. Эффективность его работы может быть обеспечена только на основе системного подхода. Такой подход предусматривает проектирование не отдельных инструментов, а систем инструментальной оснастки, включающих совокупности типоразмерных рядов инструмента. Системный подход позволяет учитывать более полно взаимосвязь инструмента с другими элементами технологической системы. На основе системного подхода к инструментальной оснастке системным становится инструментальное обеспечение машиностроительного производства, которое включает в себя системы автоматизированного проектирования и изготовления инструмента, основанные на современных базах данных и на оперативной информации об эксплуатации инструмента, а также системы диагностирования инструмента, подготовке его к работе, восстановления, сборки и настройки». [16]

4.1 Исходные данные

«Зенкерование – технологическая операция обработки предварительно просверленных глухих и сквозных отверстий многозубым инструментом – зенкером. Увеличенное по сравнению со сверлом число режущих зубьев зенкера (от трех до восьми зубьев) позволяет получить при зенкеровании более точное по форме и размеру отверстие». [22]

Сверлильная операция 025 включает в себя четыре рабочих перехода. В связи с тем, что отверстия необходимо выполнить на конусном участке, на первом переходе необходимо выполнить зацентровку отверстий

центровочным сверлом. На втором переходе выполняется три отверстия $\varnothing 15$ мм спиральным сверлом. На третьем переходе выполняется сверление трех отверстий спиральным сверлом диаметром 9 мм. На четвертом переходе выполняется зенкерование отверстий для формирования плоского дна паза подготовки винтов. Эскиз операции представлен на рисунке 6.

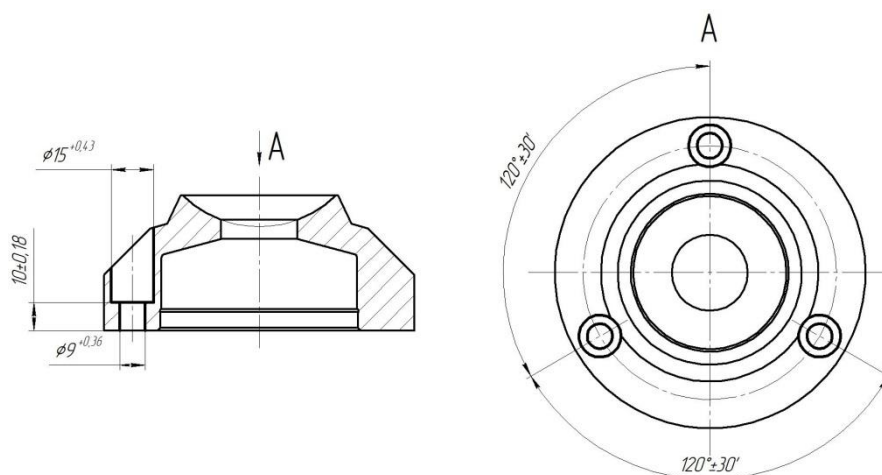


Рисунок 6 – Эскиз операции 025

Для четвертого перехода операции 025 спроектируем режущий инструмент.

4.2 Проектирование зенкера

Одним из главных конструктивных особенностей зенкера является его количество зубьев. От этого зависит величина съема металла, то есть производительность. У зенкеров с малым числом зубьев производительность малая, у зенкеров с большим числом зубьев производительность большая. Но количество зубьев зенкера не может быть очень большим, так как стружечные канавки должны быть разделены зубом, имеющим довольно внушительную толщину, чтобы срезать слой материала.

Примем $Z = 4$. [5]

«У зенкеров из быстрорежущей стали стружечные канавки делаются винтовыми ($\omega = 10..15^\circ$). При обработке же отверстий в чугунном и стальном литье со стороны необработанных поверхностей целесообразно применять твердосплавные зенкеры, которые имеют наклонные стружечные канавки с плоской передней поверхностью. Торцовый зенкер крепится коническим хвостовиком». [18]

Примем $\omega = 15^\circ$; $\gamma = 15^\circ$; $\alpha_1 = 8^\circ$; $\alpha_2 = 30^\circ$. [3]

«Длина зенкера

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

где L_p – длина режущей части;

L_n – длина направляющей части, примем;

L_k – длина калибрующей части;

$L_{ш}$ – длина шейки, примем;

L_x – длина хвостовика». [17]

Примем $L_p = 9$; $L_n = 10$; $L_k = 10$; $L_{ш} = 34$; $L_x = 45$. [18]

$$L = 9 + 10 + 10 + 34 + 45 = 108 \text{ мм.}$$

Такая длина зенкера довольно хорошо будет вмещаться в рабочее пространство сверлильного станка, удобно располагаться в револьверной головке и выполнять необходимую функциональную работу при обработке опоры автопогрузчика, для которого и проектировался данный осевой режущий инструмент.

Чертеж зенкера торцового представлен в графической части.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом в нашем случае является производственный участок по изготовлению партии опор автопогрузчика.

«Для предприятий машиностроительного комплекса характерными являются опасные производственные объекты (ОПО) с признаками трех групп: использование опасных веществ, оборудования под давлением, грузоподъемных механизмов. В составе отдельных машиностроительных гигантов, в частности предприятий тяжелого машиностроения, могут встречаться и собственные металлургические производства, предназначенные для получения сталей и сплавов со специальными свойствами». [23]

«Потенциальная опасность является универсальным свойством процесса взаимодействия человека со средой обитания, в том числе в производственной сфере. Достижение абсолютной безопасности (нулевого риска) невозможно, поэтому все технические и прочие системы безопасности базируются на понятии приемлемого (допустимого) риска». [23]

«Приемлемым риском принято считать компромисс между уровнем безопасности и возможностью ее достижения исходя из степени развития общества в разных его аспектах (научно-техническом, экономическом, социальном и других). Для промышленного производства приемлемым называют риск, сниженный до уровня, который организация может допустить, учитывая применимые к ней правовые требования (внешние факторы) и собственную политику в области промышленной безопасности и охраны труда (внутренние факторы)». [23]

«Безопасность достигается путем снижения уровня риска до допустимого. Допустимый риск представляет оптимальный баланс между безопасностью и требованиями эффективности затрат». [23]

«Профессиональная деятельность человека связана с применением технического оборудования, вызывающего в различной степени появление

возможных рисков. По природе возникновения риски могут быть классифицированы. Выделяют профессиональные, техногенные и экологические риски». [14]

В данной части работы проанализируем техпроцесс изготовления опоры автопогрузчика на предмет безопасности и экологичности.

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

В нашей работе в отличие от базового варианта изготовления опоры автопогрузчика изменению подверглись токарная чистовая 015 операция, которая выполняется на токарном станке с ЧПУ модели 16Б16Т1, а также сверлильная операция 025, выполняемая на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2Р135Ф2-1.

На токарной операции 015 заготовка закрепляется в токарный трехкулачковый патрон, механизированный пневматическим приводом. Оператор станка вставляет заготовку в приспособление, нажимает на кнопку и она за счет механизации зажимается в патроне. За счет применения данного приспособления уменьшается время, которое затрачивалось на фиксацию заготовки в предыдущем приспособлении с винтовым зажимом. Первым в работу включается резец контурный правый со сменной ромбической пластиной из твердого сплава Т15К6, который выполняет обработку наружных поверхностей. Вторым в работу вступает расточной резец с круглой сменной пластиной из твердого сплава Т15К6, который выполняет обработку сферической поверхности. Последним обработку выполняет расточной резец с треугольной сменной пластиной из твердого сплава Т15К6, выполняющий точение центрального отверстия.

На сверлильной операции 025 заготовка устанавливается в специальное поворотное приспособление. Первым инструментом является сверло центровочное из быстрорежущей стали Р6М5, которым зацентровываются

три отверстия. Вторым в обработку заготовки вступает сверло спиральное Ø15 мм. Этим инструментом обрабатывается больший диаметр отверстий. Потом спиральным сверлом Ø9 мм из быстрорежущей стали P6M5 обрабатываются эти же отверстия насквозь. Последним в работу вступает зенкер торцовый, режущая часть которого выполнена из быстрорежущей стали P6M5.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

«При механической обработке металлов, пластмасс и других материалов на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных, заточных и других) возникает ряд физических, химических, психофизиологических и биологически опасных и вредных производственных факторов». [14]

«Двигающиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки, стружка обрабатываемых материалов, осколки инструментов, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента, повышенное напряжение в электроцепи или статического электричества, при котором может произойти замыкание через тело человека, относятся к категории физически опасных факторов». [14]

При токарной обработке инструментами, которым являются проходной и канавочный резцы, с заготовки снимается стружка. Эта стружка первое время имеет высокую температуру, поэтому необходимо исключить попадание стружки на кожу человека.

Также образующаяся стружка может попасть в глаз наблюдающему за операцией станочнику. Это тоже является опасным производственным фактором.

Движущиеся части и токарного и вертикально-сверлильного станка являются опасными для работников механообрабатывающего цеха, поэтому для исключения резкого движения в работников необходимо оградить станки

специальными защитными ограждениями. Этот предотвратит возможность резкого движения рабочих частей станков в работников цеха.

«Физическими вредными производственными факторами, характерными для процесса резания, являются повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блеклости, повышенная пульсация светового потолка. При отсутствии средств защиты запыленность воздушной среды в зоне дыхания станочников при точении, фрезеровании и сверлении хрупких материалов может превышать предельно допустимые концентрации». [23]

«Основные причины поражения электрическим током:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате ошибочных действий при проведении работ; неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей, а также приближение на опасное расстояние к высоковольтным частям, из-за чего может произойти пробой;

- появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования в результате повреждения изоляции токоведущих частей; попадание провода (находящегося под напряжением) на конструктивные части электрооборудования;

- появление напряжения на отключенных токоведущих частях в результате ошибочного включения установки, замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями;

- возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек, в результате замыкания фазы на землю, выноса потенциала напряженным токопроводящим предметом, неисправностей в устройстве защитного заземления». [23]

Сегодняшнее машиностроительное производство невозможно без использования смазочно-охлаждающих технических средств (СОТС). Их применяют для снижения температур в зоне резания, облегчения

стружкоотделения, вывода стружки из зоны резания и так далее. СОТС чаще всего являются жидкостями, но применяются и твердые средства. Эти средства имеют свойство испаряться и, соответственно, находиться в виде взвесей в воздушном пространстве механообрабатывающего цеха. СОТС состоят из множества компонентов, некоторые из которых являются вредными для человеческого организма. Это является еще одним вредным производственным фактором.

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для исключения попадания стружки в станочника на токарном станке с ЧПУ 16Б16Т1 предусмотрен экран из металла и оргстекла (рисунок 7), который необходимо выдвигать при обработке. При закрытом экране отлетающая стружка будет попадать в него и не попадет в оператора.

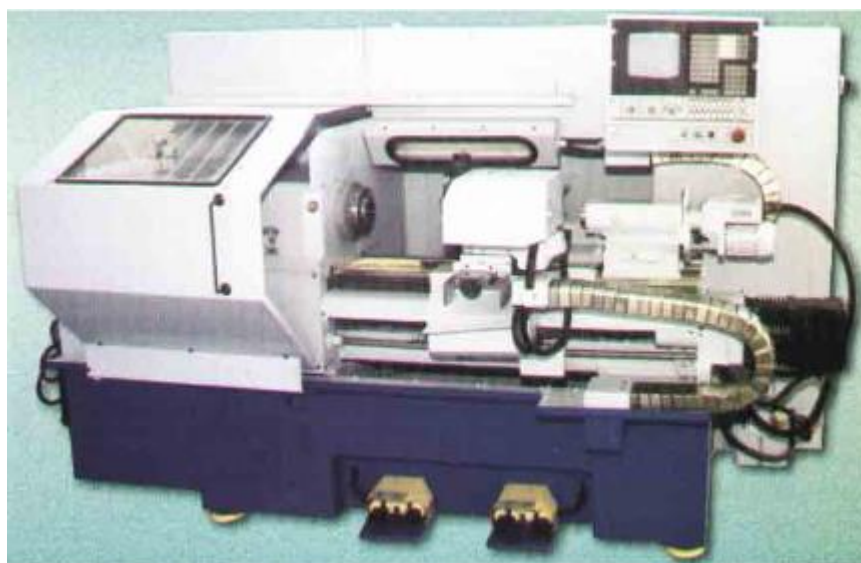


Рисунок 7 – Защитный экран токарного станка

Тем не менее, приходя на работу, оператор, управляющий токарным станком, должен переодеться в рабочую одежду и уже в ней осуществлять рабочие действия.

Важным фактором на производстве является освещенность. Она должна быть достаточной при любом времени суток, если производственное помещение используется. Поэтому необходимо следить за достаточной освещенностью в цехе.

Для снижения уровня запыленности в механообрабатывающем цехе, а также для снижения концентрации взвесей СОТС в воздухе необходима вентиляция. Это осуществляется системами искусственного кондиционирования воздуха. [15] Необходимо обеспечить цех средствами вентиляции воздуха.

Внутри цеха необходимо осуществить электробезопасность. И токарному станку и вертикально-сверлильному станку необходимо выполнить заземление. Это соединение корпуса станка с землей для удаления статического электричества. Также станочник, выполняя работы на станке должен стоять на резиновом коврике. Это обезопасит рабочего-станочника от возможности поражения растекшегося электрического тока.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В результате неправильных действий работников на механообрабатывающем участке может возникнуть пожар. Он классифицируется классом Е. Это пожар, связанный с воспламенением веществ материалов электроустановок.

«Для тушения пожара используют: разбавление воздуха негорючими газами до таких концентраций кислорода, при которых горение прекращается; охлаждения очага горения ниже определенной температуры (температуры горения); механическое сбивание пламени струей жидкости или газа; снижением скорости химической реакции, протекающей в пламени; создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы». [23]

Для предостережения возгорания работники до начала выполнения работ на предприятии обязательно проходят инструктаж по технике безопасности. Там работнику объясняют от чего могут произойти пожары на производстве и какие действия ему необходимо выполнять при возникновении пожара.

Участок механической обработки должен быть оборудован пожарными гидрантами [14] и огнетушителями [12]. Это позволит потушить пожар на ранней стадии при его возникновении.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Важным требованием к производственным помещениям является наличие вентиляционной системы, удовлетворяющей общим санитарно-гигиеническим требованиям к воздуху рабочей зоны, обеспечивающей необходимый воздухообмен, качественное удаление загрязненного воздуха и отвечающей требованиям безопасности». [14]

В связи с испарением СОТС необходимо осуществлять вентиляцию помещения. Это искусственно создается системами кондиционирования [15].

В сочетании с действиями по уменьшению вредных выделений на производстве (проветривание помещений, аэрация) системы кондиционирования, вентиляции и отопления создают производственные условия и микроклимат соответствующим необходимым по нормативным актам стандартов охраны труда.

В цехе обязательно устанавливаются системы механической вентиляции. Эти системы искусственно осуществляют увеличение воздухообмена с внешней средой при помощи вентиляторов.

В результате проведения анализа безопасности и экологичности технического объекта нами предложены мероприятия по увеличению экологичности и снижению опасности производства партии опор автопогрузчика.

6 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта, произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема производственного процесса представлена на рисунке 8.

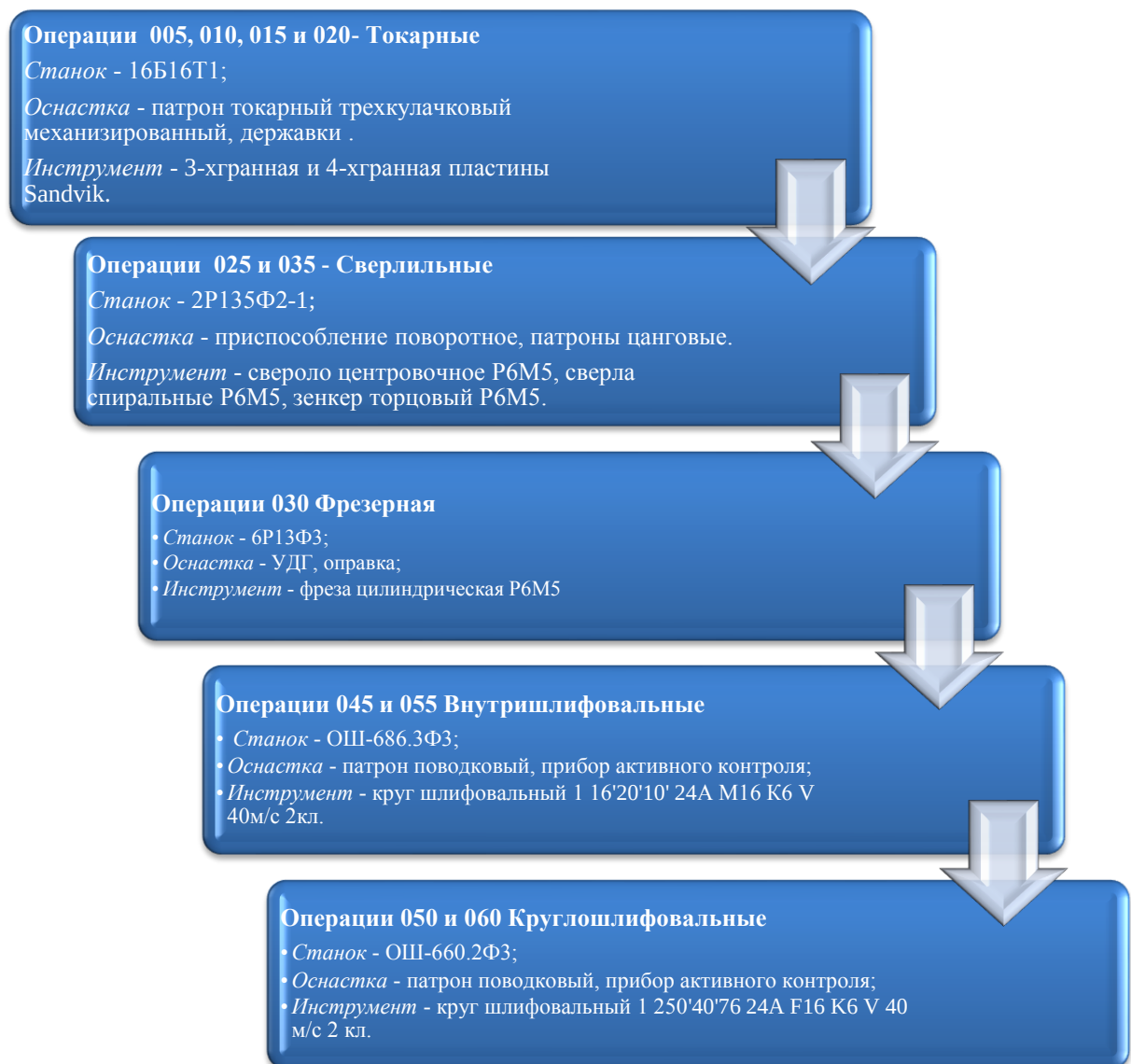


Рисунок 8 – Обобщенная схема процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [20]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 9.

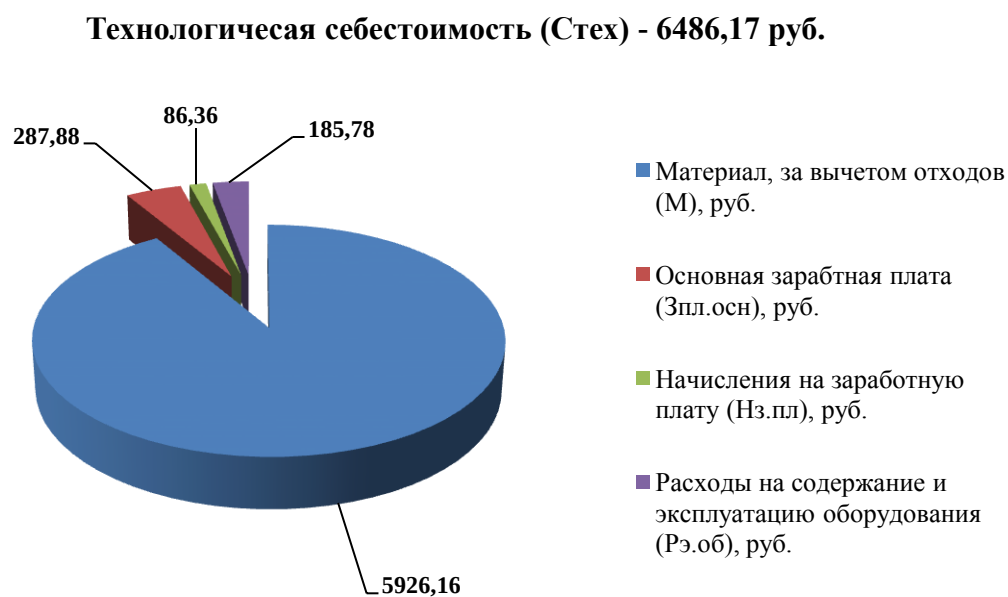


Рисунок 9 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется

Из рисунка 9 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от расходов на материалы, которые составляют 90,7 % от общего объема. При этом, технологическая себестоимость практически не зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет всего 1,5 %.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб инвестиций. Для этого прибегнем к «методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического

процесса» [20]. По причине того, что технологический процесс является новым, масштаб инвестиций будет основываться на полном перечне затрат. Это будут: «затраты на оборудование, доставку и транспорт ($K_{ОБ}$), затраты на проектирование ($K_{ПР}$), оснастку и инструмент ($K_{ОИ}$), площадь ($K_{ПЛ}$) и программное обеспечение ($K_{П.ОБ}$)» [20]. На рисунке 10 представлены данные экономических показателей и общий объем инвестиций.

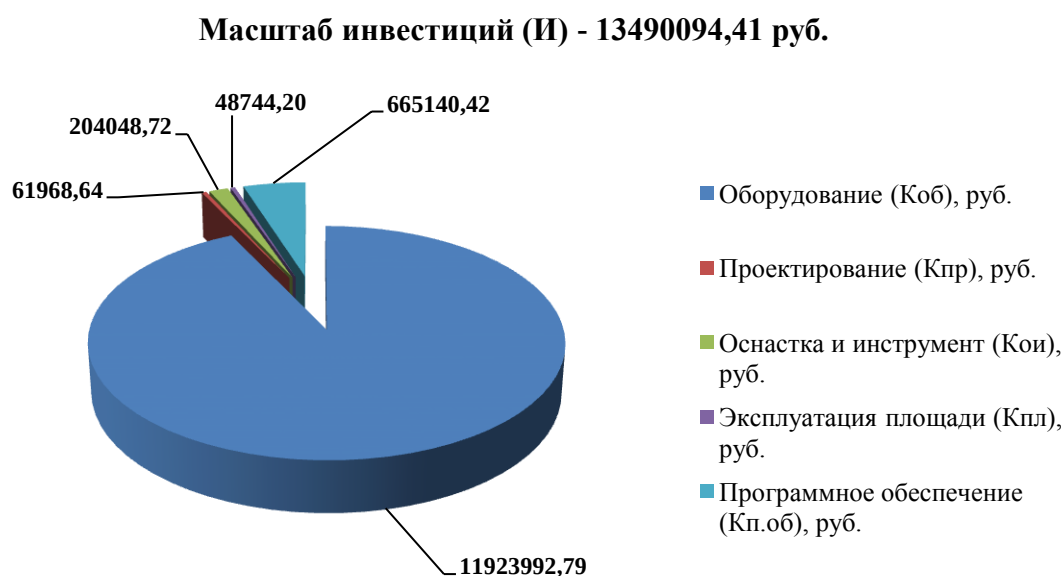


Рисунок 10 – Цифровые данные экономических показателей и общий масштаб инвестиций

Анализ данных рисунка 10 показывает, что подавляющая часть инвестиций (92,5%) приходится на технологическое оснащение. В то же время, затраты на производственные площади составляют лишь 0,4%, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта [20]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической

эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [20].
Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 11.

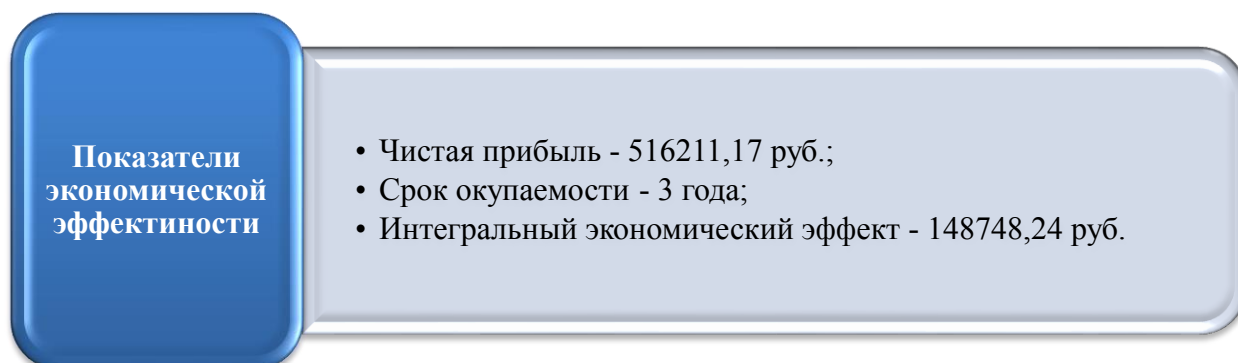


Рисунок 11 – Параметры экономических показателей

Основываясь на проделанных расчетах, можно сделать заключение об эффективности данного технологического процесса. Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 148748,24 рублей.

В результате выполнения данного раздела выполнены экономические расчёты, которые подтвердили рентабельность предложенного процесса: сокращение времени обработки на 14% и уменьшение затрат на материалы за счёт рациональной обработки заготовок обеспечили снижение себестоимости производства. Внедрение данной технологии на машиностроительных предприятиях позволит повысить производительность труда, сократить процент брака и расширить номенклатуру выпускаемых изделий.

Заключение

В результате проведения выпускной квалификационной работы нами спроектирован современный техпроцесс изготовления детали «опора автопогрузчика», оснащенный актуальными технологическими средствами.

На начальном этапе работы нами описан объект проектирования, которым является деталь «опора автопогрузчика», выполнен анализ ее поверхностей и выполнена их классификация. Согласно заданной годовой программы выпуска, выбран среднесерийный тип машиностроительного производства и обозначены его характеристики. Для производства заготовки проведено сравнение двух наиболее подходящих типов заготовок и выбрана штамповка. Далее проведены выбор методов обработки каждой поверхности, расчет припусков и расчет режимов резания.

Для базирования и закрепления заготовки на 015 токарной окончательной операции нами спроектировано станочное приспособление – токарный патрон, имеющий механизированный привод. За счет механизации действия приспособления сокращается вспомогательное время, затрачиваемое на зажим-разжим заготовки в приспособлении, что сокращает, соответственно, и штучное время на этой операции. Это принесло экономическую выгоду.

Для обработки поверхностей под головки винтов опоры на операции 025 нами спроектирован режущий инструмент – зенкер торцовый. Этот инструмент, в отличие от аналогичного инструмента из базового варианта техпроцесса, имеет сборную конструкцию. Его направляющая часть – цапфа изготавливается отдельно с корпусом. За счет этого режущую часть можно использовать с другой направляющей цапфой. Также упрощается переточка данного режущего инструмента.

Экономический расчет показал эффективность работы.

Список используемых источников

1. Bellie V., Suresh J., Ragunath L. HVOF Sprayed Mullite Coatings for Use In Extreme Environments. Journal of Thermal Spray and Engineering, 2(1): 43-49.
2. Bolelli G. [et al]. Tribology of hard metal coatings with HVOF and HVAF WC-10Co4Cr deposition: comparative evaluation // Technology of Surfaces and Coatings. 2015. Vol. 265. P. 125–144.
3. Borzin K. High-performance coatings for cutting tools / CIRP Journal of Manufacturing Science and Industry, 2017 // Elsevier
4. Romanchenko O. Principles of design of specialized technological equipment / Diagnostyka. 2022 // yadda.icm.edu.pl.
5. Smith G. Cutting tool technology / industrial handbook. 2008 // books.google.com
6. Белозеров В.А. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие / В.А. Белозеров, Н.Н. Абрамова. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2008. – 112 с.
7. Блюмштейн В.Ю. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ю. Блюмштейн, А.А. Клепцов, С.Н. Ковальчук; КузГТУ. – Кемерово, 2016. – 121 с.
8. Болштянский А.П. Основы конструкции и содержания автомобиля. Системы зажигания ДВС. Трансмиссия автомобиля. Подвеска автомобиля : учебное пособие / [А.П. Болштянский и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 300 с.
9. 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.
10. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.

11. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
12. ГОСТ 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 45 с.
13. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
14. ГОСТ Р 53961-2010. Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 19 с.
15. ГОСТ Р 59972-2021. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования. – 50 с.
16. Григорьев С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : Справочник / С.Н. Григорьев, В.М. Кохомский, А.Р. Маслов; под общ. ред. А.Р. Маслова. – М. : Машиностроение, 2006. – 544 с.
17. Звонцов И.Ф. Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие для вузов / И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 696 с.
18. Кожевников Д.В. Режущий инструмент : учебник для вузов / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – 5-е изд., стереотип. – М. : Инновационное машиностроение, 2022. – 520 с.
19. 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.
20. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с.

21. Наприенко А.А. Мобильная перегрузочная техника : учебное пособие / А.А. Наприенко. – Новосибирск : Сибир. гос. унив. водн. трансп., 2023. – 172 с.
22. Нилов А.С. Механическая обработка неметаллических конструкционных материалов : учебное пособие / А.С. Нилов, О.О. Галинская, В.И. Краснов. – СПб. : Изд-во БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2022. – 145 с.
23. Охрана труда : учебное пособие / сост. С.Н. Румянцев. – Караваево : Костромская ГСХА, 2024. – 228 с.
24. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
25. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Москва : ИНФРА-М, 2025. – 30 с.
26. Солдатов В.Г. Конструкционные стали : учебное пособие для вузов / В.Г. Солдатов. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 184 с.
27. 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.
28. Тимирязев В.А. Основы технологии машиностроительного производства / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе; под ред. В.А. Тимирязева. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 448 с.
29. Токмин А.М. Выбор материалов и технологий в машиностроении : учебное пособие / А.М. Токмин, В.И. Темных, Л.А. Свечникова. – Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – 235 с.
30. Фоминых В.В. Методы обработки отверстий : учебное пособие / В.В. Фоминых, А.Л. Флакسمан. – Киров : ВятГУ, 2015. – 111 с.
31. 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.

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 2

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СЧ	проф.	Р	УТ	КР	КОЛД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт
Б	Обозначение документа														
0.17	Точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 106_{-0.07}^{+0.1}$; точить поверхность 1, выдерживая размеры 48, 7 ± 0.31 ;														
0.18	точить поверхность 10, выдерживая размер $\phi 68_{-0.07}^{+0.1}$; точить поверхность 9, выдерживая размеры 21 ± 0.26 ,														
0.19	15,3 ± 0.215 , 15 ± 1 .														
Т 20	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец расточ. Т15К6;														
Т 21	392104.XXXX Резец проходной Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-пробка														
22															
А 23	XX XX XX 015 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX														
Б 24	38.18.25 XXXX 16516Т1 2 18632 422 1Р 1 1 1 100 1 16 0.70														
0.25	Точить поверхность 3, выдерживая размер 45 ± 1 ; точить поверхность 4, выдерживая размеры $\phi 77.2 \pm 0.37$, 36,2 ± 0.31 ;														
0.26	$\phi 65.3 \pm 0.37$, 37,8 ± 0.31 ; точить поверхность 5, выдерживая размеры 25 ± 1 , $\phi 56.2_{-0.11}^{+0.1}$; точить														
0.27	поверхность 6, выдерживая размер 48,4 ± 0.31 ; точить поверхность 7, выдерживая размер R38,7 ± 0.062 ,														
0.28	точить поверхность 8, выдерживая размеры $\phi 27_{-0.07}^{+0.1}$.														
Т 29	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX XXXX упор откидной;														
Т 30	392104.XXXX(2) Резец механич. Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-скоба.														
31															
А 32	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX														
Б 33	38.18.25 XXXX 16516Т1 2 18632 422 1Р 1 1 1 100 1 16 0.78														
0.34	Выполнить канавку, выдерживая размеры $\phi 70.4_{-0.07}^{+0.1}$, R0.2, 30,3 ± 0.31 ;														
0.35	точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 110_{-0.07}^{+0.1}$; точить поверхность 1, выдерживая размеры 48, 2 ± 0.31 ;														
0.36	выполнить фаску, 1х45 ± 1 ; точить поверхность 10, выдерживая размер $\phi 69.5_{-0.07}^{+0.1}$; точить поверхность 11, выдерживая														
0.37	размер $\phi 69.4_{-0.07}^{+0.1}$; точить поверхность 9, выдерживая размеры 21 ± 0.26 , 15,3 ± 0.215 , 15 ± 1 .														
Т 38	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец расточ. Т15К6;														
Т 39	392104.XXXX Резец проходной Т15К6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-пробка														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 3

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа					Титл		
						СМ	проф.	Р	УТ	КР		КОИД	ЕН
Б	Код, наименование обозначения												
А 42	XX XX XX	025	4121	Сверлильная	ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX								
Б 43	381631	XXXX	2P135Ф2-1	Верт.-сверильн.	2 18632 322 1P 1 1 1	100	1	16	4,36				
О 44	Центровать при отверстия (поверхности 12), выдерживая размер 120 ^{±30} ; сверлить при отверстия (поверхности 12), выдерживая размеры φ15 ^{±30} , 120 ^{±30} ; сверлить при отверстия (поверхности 14), выдерживая размеры φ9 ^{±30} , 120 ^{±30} ; цековать при отверстия (поверхности 13), выдерживая размеры 10±0,18, 120 ^{±30} .												
Б 46	396181XXXX	Тиски	XXXXXX.XXXX(2)	Сменные призмы	XXXXXX.XXXX	Стал	поворотный;						
О 47	391267XXXX	Сверло центровочное	Р6М5	391267.XXXX(2)	Сверло спиральное	Р6М5;							
О 48	391267XXXX	Зенкер торцовый	393111	ШЦ-И-100-0,05	393111 Калибр-продка								
Т 49													
50													
А 51	XX XX XX	030	4121	Фрезерная	ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX								
Б 52	381631	XXXX	6P13Ф3	Горизон.-фрезер.	2 18632 322 1P 1 1 1	100	1	16	125				
О 53	Фрезеровать поверхности 16, выдерживая размеры 915±0,435 R50 ^{±30} , 120 ^{±30} .												
Т 54	396181XXXX	УДГ	391267.XXXX	Фреза цилиндрическая	Р6М5, 393111 ШЦ-И-100-0,05, 393111 Калибр-продка								
55													
А 56	XX XX XX	035	4121	Сверлильная	ИОТ ИЗ7.101.XXXX-XX								
Б 57	381631	XXXX	2P135Ф2-1	Верт.-сверильн.	2 18632 322 1P 1 1 1	100	1	16	0,32				
О 58	Сверлить при отверстия (поверхности 15), выдерживая размеры φ8 ^{±30} , 24,5±0,26, 120 ^{±30} .												
Т 59	396181XXXX	УДГ	391267.XXXX	Сверло спиральное	Р6М5, 393111 ШЦ-И-100-0,05, 393111 Калибр-продка								
60													
А 61	XX XX XX	040	Термическая (закалка)	ИОТ ИЗ7.101.70715-07.									
Б 62	ТВЧ												
63													
А 64	XX XX XX	045	Шлифовальная черновая	ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.									
МК													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 4

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	Уг	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт
Б	Код наименования обозначения														
Б.69	381623 XXXX ОШ-6863Ф3 Внутршлифовальный 2 17001 422.1Р 1 1 1 100 1 10 0,89														
О.70	Шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\phi 69,8H8^{+0,054}_{-0,054}$; шлифовать поверхность 1, выдерживая														
О.71	размер $4,8 \pm 0,31$.														
Т.72	39611X XXXX Патрон мембранный; XXXXXX XXXX Упор откидной;														
Т.73	398110 XXXX Шлифовальная головка 80x60x80 14AF24K517 30 м/с 10C1 P 52781-2007;.														
Т.74	393410 XXXX Микрометр.														
75															
А.76	XX XX XX 050 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.74.191-00.														
Б.77	381623 XXXX ОШ-6863Ф3 Внутршлифовальный 2 17001 422.1Р 1 1 1 100 1 10 0,65														
О.78	Шлифовать поверхность 7, выдерживая размеры $R38,9^{+0,033}_{-0,033}$; $75,8 \pm 0,1$.														
Т.79	39611X XXXX Патрон мембранный; XXXXXX XXXX Упор откидной;														
Т.80	398110 XXXX Шлифовальная головка 80x60x80 14AF24K517 30 м/с 10C1 P 52781-2007;.														
Т.81	393410 XXXX Микрометр.														
82															
А.83	XX XX XX 055 Шлифовальная чистовая ИОТ ИЗ7.101.74.191-00.														
Б.84	381623 XXXX ОШ-6863Ф3 Внутршлифовальный 2 17001 422.1Р 1 1 1 100 1 10 0,89														
О.85	Шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\phi 70H7^{+0,009}_{-0,009}$; шлифовать поверхность 1, выдерживая														
О.86	размер $4,8 \pm 0,31$.														
Т.87	39611X XXXX Патрон мембранный; XXXXXX XXXX Упор откидной;														
Т.88	398110 XXXX Шлифовальная головка 80x60x80 14AF24K517 30 м/с 10C1 P 52781-2007;.														
Т.89	393410 XXXX Микрометр.														
90															
А.91	XX XX XX 060 Шлифовальная чистовая ИОТ ИЗ7.101.74.191-00.														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 5													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	Проф.	Р	УТ	КР	КОП	ЕН	ОП
Б	Обозначение документа												
Б.94	381623	XXXX	011-686.3Ф3	Внутрьшлифовальный	2 17001	422 1Р	1	1	100	1	10	065	
0.95	Шлифовать поверхность 7, выдерживая размеры R39 ^{0,02} 75,8±0,05.												
Т.96	39611X	XXXX	Патрон мембранный	XXXXXX	XXXX	Упор откидной.							
Т.97	398110	XXXX	Шлифовальная головка	80x60x80	14AF24K5L7	30 м/с 10C1 P 52781-2007.							
Т.98	393410	XXXX	Микрометр.										
99													
А.100	XX	XX	XX	065	Маячная	ИОТ ИЗ7.101.XXXX							
101													
А.102	XX	XX	XX	070	Контрольная	ИОТ ИЗ7.101.XXXX							
103													
104													
105													
106													
107													
108													
109													
110													
111													
112													
113													
114													
115													
116													
МК													

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Продолжение таблицы А.1

65