

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 корпуса специального приспособления

Обучающийся

Ю.В. Айрих

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев

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

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(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 2023

Аннотация

В предлагаемой выпускной квалификационной работе разрабатывается новая технология изготовления корпуса специального приспособления в объеме годового выпуска 5000 штук в год. В работе определяется служебное назначение рассматриваемой детали. Доказывается количественно и качественно технологичность детали. Показывается реальная возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбирается «материал для заготовки. Исходя из его химического состава и физико-механических свойств, показывается возможность механической обработки. Определяется материал – это сталь 19ХГН ГОСТ 4543. Проводится классификация и систематизация поверхностей детали и назначается стратегия их обработки. Для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки проводится сравнительный экономический анализ» [15]. Для заготовки проводится табличный расчет припусков. Для получения требуемого качества обрабатываемых поверхностей выбираются «средства технологического оснащения в виде необходимого и подходящего оборудования; простых и доступных приспособлений; современного режущего инструмента» [15] и контрольных средств. Проектируются операции. На основе табличных данных определяются режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Проектируются необходимые при механической обработке заготовки приспособления. Доказывается экономическая целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявляются опасные и вредные производственные факторы. Предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. Полученные в работе результаты позволяют сделать вывод о возможности внедрения предлагаемой технологии в реальное производство.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ объекта проектирования.....	6
1.1 Анализ технологичности объекта проектирования.....	6
1.2 Формулировка задач работы.....	10
2 Технология изготовления детали.....	12
2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения.....	12
2.2 Проектирование технологической операции.....	27
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	31
3.1 Станочное приспособление.....	31
3.2 Режущий инструмент.....	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А. Технологическая документация.....	50

Введение

Высокопроизводительное оборудование увеличивает выпуск продукции благодаря технологическим возможностям и скорости обработки.

Использование современных высокопроизводительных режущих инструментов позволяет снизить стоимость обработки за счет использования высоких режимов обработки, уменьшения времени на смену инструмента, а также сокращения доли человеческого участия в процессе механического изготовления продукции.

Основные цели исследовательской работы включают в себя: углубление и расширение теоретических знаний, получение профессиональных знаний и навыков в области организации работы; компетентная разработка и заполнение «технологической документации для производства продукции для различных условий производства, от одиночного (универсальное оборудование) до массового (автоматические линии)» [6]; рассмотрение назначения детали и свойств обрабатываемого материала; анализ технологичности детали; определение метода и этапов обработки поверхности деталей; выбор рекомендуемых режимов резания и металлообрабатывающих станков; повышение производительности оборудования в процессе резания.

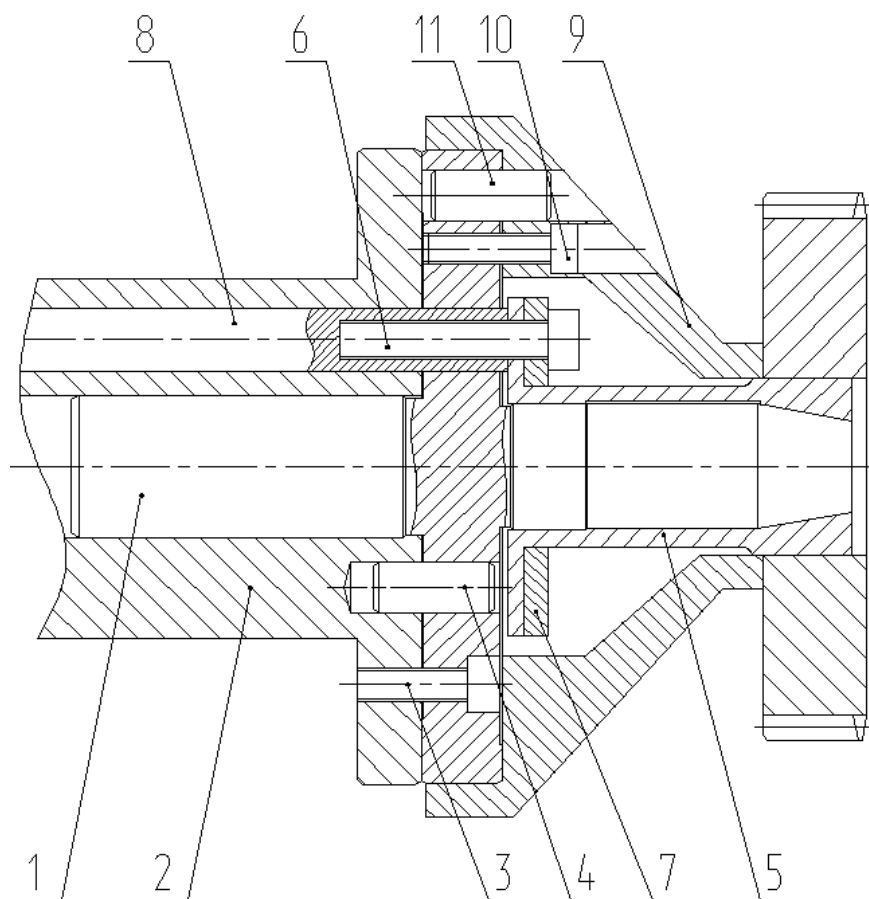
Процесс отбора и анализа отечественных и зарубежных научных публикаций играет важнейшую роль в осмыслении роли детали в специальном приспособлении. Эта работа служит средством получения достоверной информации о функциональных возможностях, областях применения и отличительных характеристиках данного компонента. Кроме того, она позволяет освоить последние достижения в области механической обработки и связанных с ней технологий. Для отбора соответствующих научных публикаций рекомендуется использовать специализированные базы данных, такие как Scopus, Web of Science или Google Scholar [6]. В этих хранилищах можно найти множество статей и журналов, написанных исследователями по всему миру и охватывающих широкий спектр тем, включая инженерные

системы и механическую обработку. Важнейшим критерием, который необходимо учитывать при отборе научных публикаций для изучения, является авторство. Целесообразно отдавать предпочтение работам, подготовленным выдающимися учеными с устоявшейся репутацией и большим опытом работы в области механической обработки. В равной степени следует обращать внимание на современную актуальность источников, отдавая предпочтение тем, которые были опубликованы в последние годы. При работе с отобранными источниками следует обратить внимание на несколько важнейших аспектов. Прежде всего, необходимо всесторонне изучить описание детали и ее роль в более широком контексте специального приспособления. Источники, в которых подробно рассматриваются различные приспособления, их сложная конструкция и многообразие применений, зачастую оказываются наиболее информативными. Во-вторых, необходимо тщательно изучить функциональные характеристики детали. Эти характеристики охватывают целый ряд параметров, включая, в частности, пороговые значения давления и температуры, состав материала и другие важные физические свойства. Кроме того, целесообразно ознакомиться с правилами установки и эксплуатации данного компонента. Кроме того, необходимо уделить пристальное внимание научным исследованиям, изучающим возможности применения детали в различных условиях окружающей среды или в сочетании с новыми материалами. Такие исследования позволяют получить ценные сведения о преимуществах и ограничениях деталей при их использовании в конкретных условиях. После всестороннего изучения отечественной литературы целесообразно перейти к изучению зарубежных научных публикаций. Зарубежные авторы часто представляют новые взгляды и новаторские разработки в области машиностроения. Использование опыта зарубежных ученых может способствовать формированию инновационных решений и совершенствованию существующих методик. Представленные подходы в полной мере используются в предлагаемой работе.

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Анализ технологичности объекта проектирования

Предлагается в работе технология изготовления детали «Корпус». Деталь является основой специального приспособления, предназначенного при закреплении заготовки в зажимном механизме обрабатывающего станка в качестве оправки, которая применяется в том случае, когда сама заготовка имеет сложные геометрические конфигурации поверхностей. Фрагмент специального приспособления представлена на рисунке 1.



1 – специальное приспособление; 2 – фланец; 3, 6 и 10 – винты; 4 и 11 – штифты; 5 – цанга; 7 – кольца; 8 – толкатель; 9 – опора.

Рисунок 1 – Фрагмент специального приспособления

В коническом отверстии с «помощью штифта 4 и винтов 3 специальное приспособление 1 крепится во фланце оправки. Цанга 5 фиксируется в конусе специального приспособления 1 на толкателе 8 с помощью винтов 6 и кольца 7. Обрабатываемая заготовка при резании фиксируется в специальном приспособлении 1 на цанге 5 с помощью винтов 10 и штифта 11» [8]. Для передачи крутящего момента заготовка упирается в опору 9 своим торцом.

Деталь относится к категории валов; поверхность вала состоит из плоских и торцевых поверхностей вращения простых геометрических форм. Специальные инструменты и оборудование для обработки детали не требуются. В соответствии с ГОСТ 14.204-73, к технологическим характеристикам конструкции предъявляются следующие требования: конструкция должна либо быть стандартной, либо включать стандартные (унифицированные) детали; детали производятся из полученных рациональным методом стандартных «заготовок; размеры и поверхности детали должны характеризоваться оптимальными показателями точности и шероховатости» [4]; в соответствии с технологическими требованиями, «определяются механические и физико-химические характеристики материала, форма и параметры детали, а также уровень жесткости; точность установки, обработки и контроля обеспечиваются за счёт таких показателей базовой поверхности» [12] детали, как точность и шероховатость; конструкция предусматривает возможность использования при производстве детали стандартных (типовых) технологий.

Исходя из служебного назначения детали, принимаем в качестве материала для заготовки сталь 19ХГН «ГОСТ-4543, так как ее физические и механические свойства полностью удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются для поддержания соответствующего напряженно-деформированного состояния детали при ее эксплуатации» [21].

В химическом составе выбранного материала доля содержания никеля колеблется в пределах от 0,8 процента до 1,1 процента; доля содержания хрома колеблется в пределах от 0,8 процента до 1,1 процента; доля содержания

магния колеблется в пределах от 0,7 процента до 1,0 процента; доля содержания кремния колеблется в пределах от 0,17 процента до 0,37 процента; доля содержания фосфора 0,035 процента; доля содержания углерода колеблется в пределах от 0,16 процента до 0,21 процента и остальное железо [21].

Функциональные требования к детали типовые. Они включают прочность (сталь 19ХГН соответствует по пределу прочности), износостойкость (обеспечивается сочетанием твердости, точности и шероховатости – все требования типовые), точность и другие качества, необходимые для выполнения задачи. Эти требования определяют методы обработки (много переходная технология) и контроля качества (операционного и комплексного в рамках отдельной операции).

Размеры детали средние. Они определяют не только методы обработки, но также выбор оборудования для производства деталей по рабочей зоне, точности и нагрузкам, которые могут возникнуть при обработке. Деталь со средним диаметром до 125 мм и длиной до 160 мм может быть изготовлена на большинстве автоматизированных станков. «При этом не требуются какие-либо специальные методы выверки или специальные» [12] приспособления.

Исходя из конструктивных особенностей детали и технических требований чертежа разделим поверхности детали на четыре группы, классификация и систематизация поверхностей указаны на рисунке 2. Деталь может быть классифицирована по конструктивно-технологическим признакам в зависимости от ее формы, материала, размеров и требований к функциональности. Эта классификация является важным этапом при проектировании технологии производства деталей, так как она позволяет определить оптимальные методы обработки и подобрать соответствующий инструмент. Первый этап классификации включает определение основных геометрических параметров детали, таких как длина, диаметр, соотношение размеров. Эта информация необходима для выбора подходящего метода получения заготовки: штамповка или прокат, выбора схемы установки.

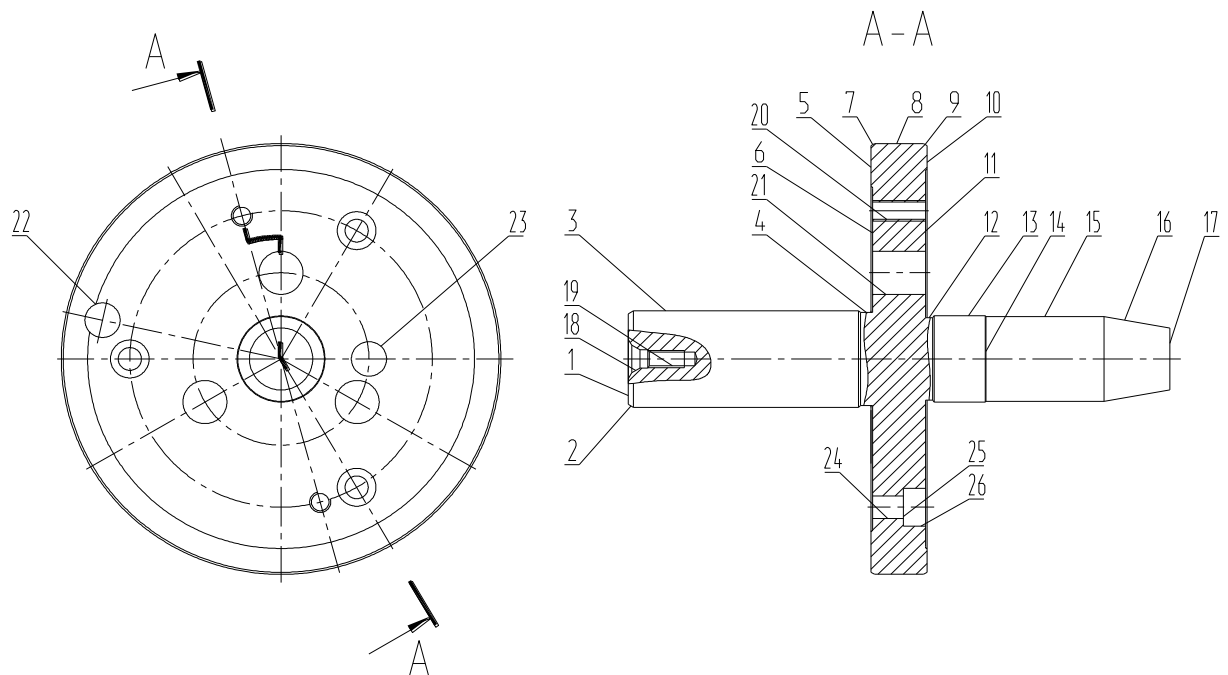


Рисунок 2 – Эскиз специального приспособления

Исполнительными поверхностями [1], определяющими служебное назначение детали является поверхность [1] 16. «Поверхности, являющиеся основными конструкторскими базами, являются поверхность 3 и поверхность 5. В качестве поверхностей, определяющих вспомогательные конструкторские базы» [1] выбираем поверхности 8, 13, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24 и 25. «Все остальные поверхности считаем свободными, так как они не контактируют ни с чем» [9].

При технологическом проектировании механической обработки детали применим определенные принципы и правила, которые способствуют эффективному выполнению процесса. Принципы проектирования: одним из ключевых принципов является принцип совмещения баз. Это означает, что при разработке технологической схемы необходимо объединить базы, то есть поверхности деталей, которые могут быть использованы в качестве опорных для последующих операций; важным принципом является также принцип постоянства баз. Это означает, что базы должны иметь постоянное положение

и не подвергаться изменениям в процессе обработки деталей; для оптимизации процесса обработки деталей используем принцип разделения маршрута обработки. Это означает, что весь процесс разбивается на отдельные операции, которые выполняются последовательно; для достижения требуемой точности обработки поверхностей детали применим принцип поэтапного достижения. То есть, точность обработки поверхностей улучшается постепенно, с учетом высоких требований к качеству; принцип дифференциации операций подразумевает, что каждая операция должна быть четко определена и иметь свои конкретные особенности; применение принципа концентрации операций позволит объединить несколько операций в одну, что сэкономит время и ресурсы; принцип принятия решения предполагает, что каждая операция должна быть осуществима и эффективна для достижения желаемого результата. Также существуют правила проектирования, которые необходимо соблюдать. Согласно этим правилам, вначале обрабатываются поверхности деталей, которые могут быть использованы в качестве баз для последующих операций. Затем производится обработка поверхностей, относительно которых имеется определенное отношение. Например, размеры или допуски расположения. Конструкция детали технологична, поэтому механическая обработка для ее получения не должна вызвать серьезные затруднения.

1.2 Формулировка задач работы

В выпускной квалификационной работе на основе определенного служебного назначения рассматриваемой детали и доказанной количественно и качественно технологичности детали необходимо в последующих разделах показать реальную возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбран материал для заготовки. Далее необходимо спроектировать операции. На основе табличных данных определить режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента [11], [14]. Спроектировать необходимые при механической

обработке заготовки приспособления. Доказать экономическую целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявить опасные и вредные производственные факторы. Предложить мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. По методике [2] определить тип производства и его стратегию по методике [19]; используя методику [14], спроектировать заготовку; используя методику [19] и [7], спроектировать техпроцесс; используя методику [3], [4], [8] и [18], спроектировать операции и определить необходимую оснастку. На следующем этапе, используя методику [8], [10] и [14] спроектировать оснастку и режущий инструмент. Используя методику, представленную в [5] решить основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса. Задача по определению показателей экономической эффективности решается по методике, представленной в [16]. Выполнять поставленные задачи необходимо именно в предлагаемой последовательности.

В разделе показана технологичность конструкции детали для чего определено служебное назначение. Доказана технологичность как количественно, так и качественно. Предложены мероприятия для изготовления рассматриваемой детали при выборе в последующих разделах маршрута и последовательности обработки, для чего намечены подходы выбора средств технологического оснащения.

2 Технология изготовления детали

2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения

Исходными данными в задании является: масса готовой детали равна 1,91 килограмма и годовая программа выпуска 5000 деталей в год. Определяем тип производства как среднесерийный и для выбора метода получения заготовки проведем сравнительный экономический анализ двух методов получения заготовки – это штамповка и прокат. Штампование металлов представляет собой важный технологический процесс пластической деформации заготовок, при котором осуществляется выдавливание металлического материала через специальное отверстие в матрице под действием прилагаемого усилия со стороны пуансона. Штампование нашло весьма широкое применение и активно используется для эффективной обработки самых разнообразных металлов как в нагретом, горячем состоянии, так и без предварительного подогрева – в холодном виде, а также данный метод актуален для формования и получения изделий из металлических порошков и различных пластмасс.

Методом штампования можно получать весьма разнообразную продукцию: прутки, трубы, профили самой разной сложной конфигурации. Детали и заготовки, изготовленные посредством прессования, как правило, являются более экономичными и выгодными по сравнению с другими альтернативными способами производства, такими как прокатка, прессование, литье с последующей механической обработкой деталей. Кроме того, методом штампования имеется возможность получать готовые изделия со сложными формами и конфигурациями, недостижимыми при использовании каких-либо иных альтернативных технологических методов обработки.

Главным значимым преимуществом штампования является наличие возможности эффективно осуществлять пластическую деформацию различных металлов, в том числе малопластичных, с получением весьма

высоких степеней вытяжки заготовок. Методом штампования можно получать детали с поперечными сечениями сложной формы, изготовление которых затруднительно или невозможно другими способами. К дополнительным достоинствам данного метода обработки можно также отнести достижение высокого качества обрабатываемой поверхности и высокой точности размеров поперечного сечения штампованных заготовок.

К основным недостаткам штампования можно отнести: повышенный расход металла на единицу продукции из-за значительных отходов в виде штамп-остатка, а также возможная неравномерность механических свойств металла по длине и поперечному сечению готовых изделий, высокая стоимость используемого оборудования. Процесс штампования металлов выполняется в условиях интенсивного неравномерного всестороннего сжатия, что положительно сказывается на повышении общего уровня пластичности обрабатываемого материала.

«Для определения размера партии запуска воспользуемся формулой

$$n = N \cdot \frac{b}{254}, \quad (1)$$

где b – периодичность запуска (24 дня);

N – объем выпуска по заданию» [17].

«Получим:

$$n = 5000 \cdot \frac{24}{254} = 500 \text{ шт.}$$

Для определения массы заготовки $M_{Ш}$ при штамповке будем пользоваться формулой

$$M_{Ш} = M_{Д} \cdot K_{Р}, \quad (2)$$

где $M_{Д}$ – масса детали, кг;

$K_{Р}$ равен 1,45.

$$M_{III} = 1,91 \cdot 1,45 = 2,77 \text{ кг} \gg [17].$$

«Определим массу заготовки:

$$M_{III} = V \cdot \gamma, \quad (3)$$

где V – объем заготовки, мм^3 ;

γ – плотность материала заготовки, $\text{кг}/\text{мм}^3 \gg [17].$

«Размеры заготовки при прокате будем определять по формулам:

$$d_{III} = d_D^{max}, \quad (4)$$

где d_D^{max} – максимальный диаметр заготовки равный 125 мм.

Тогда

$$d_{III} = 125 \cdot 1,05 = 131,3 \text{ мм}$$

Принимаем d_D^{max} равным 135 мм» [17].

$$l_{III} = l_D^{max}, \quad (5)$$

где l_D^{max} – максимальный линейный размер заготовки равный 154 мм.

Тогда

$$l_{III} = 154 \cdot 1,05 = 161,7 \text{ мм}$$

Принимаем l_D^{max} равным 162 мм» [17].

«Тогда:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{III}^2 \cdot l_{III} = \frac{3,14}{4} \cdot 135^2 \cdot 162 = 2313381 \text{ мм}^3 \quad (6)$$

Масса заготовки из проката будет

$$M_{III} = 2313381 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 18,16 \text{ кг} \gg [17].$$

«Оптимальный метод получения заготовки будем определять по минимальной себестоимости:

$$C_D = C_3 + C_{MO} - C_{OTX}, \quad (7)$$

где стоимость C_3 – заготовки;

C_{MO} – механической обработки;

C_{OTX} – стружки» [17].

«При штамповке:

$$C_3 = C_B \cdot M_{Ш} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{П}, \quad (8)$$

где C_B – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

$M_{Ш}$ – масса заготовки, кг;

Коэффициенты, учитывающие:

K_T – точность;

$K_{СЛ}$ – сложность;

K_B – массу;

K_M – материал;

$K_{П}$ – серийность» [21].

«Примем согласно [17] C_B равным 11,20 руб./кг, K_T равным 1,0, $K_{СЛ}$ равным 1,0, K_B равным 1,0, K_M равным 1,27 и $K_{П}$ равным 1,0

Тогда

$$C_3 = 11,20 \cdot 2,77 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 \cdot 1,0 = 39,40 \text{ руб.}$$

Обработка:

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_D) \cdot C_{УД} \quad (9)$$

где $C_{УД}$ – цена 1 кг материала, руб./кг» [17].

«Затраты определяем по формуле:

$$C_{уд} = C_C + E_H \cdot C_K. \quad (10)$$

Принимаем E_H равным 0,16, C_C равным 15 руб./кг и C_K равным 33 руб./кг.

$$C_{МО} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{уд} = (2,77 - 1,91) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 17,44 \text{ руб.}$$

Так как $C_{ОТХ}$ является возвратной величиной, то определяется по формуле»

[14]

$$\ll C_{ОТХ} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{ОТХ} \quad (11)$$

Пусть $C_{ОТХ}$ будет равна 0,5 руб./кг. Тогда получим

$$C_{ОТХ} = (2,77 - 1,91) \cdot 0,5 = 0,43 \text{ руб.}$$

И окончательно получим из:

$$C_{Д} = 39,40 + 17,44 - 0,43 = 56,41 \text{ руб.} \gg [14].$$

«Стоимость заготовки из проката:

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{ОЗ}, \quad (12)$$

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг материала примем равным 14 руб./кг;

$C_{ОЗ}$ – отрезка, руб.

$$C_{ОЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШТ}}{60}, \quad (13)$$

где $C_{ПЗ}$ – на рабочем месте примем 30,2 руб./ч» [14].

« $T_{ШТ}$ определяется по формуле:

$$T_{ШТ} = T_0 \cdot \phi_K, \quad (14)$$

где T_0 – машинное время, мин;

ϕ_K – коэффициент, учитывающий оснастку» [14].

«Примем ϕ_K равным 1,5, а T_0 будем определять по формуле:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{IP}^2 \cdot 10^{-3} \quad (15)$$

Тогда согласно (11 – 14):

$$T_0 = 0,19 \cdot 135^2 \cdot 10^{-3} = 3,46 \text{ мин};$$

$$T_{ШТ} = 3,46 \cdot 1,5 = 5,19 \text{ мин};$$

$$C_{OЗ} = \frac{32 \cdot 5,19}{60} = 2,77 \text{ руб.};$$

$$C_{IP} = 14 \cdot 18,16 + 2,77 = 257,01 \text{ руб.};$$

$$C_{МО} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (18,16 - 1,91) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 329,55$$

руб.;

$$C_{ОТХ} = (18,16 - 1,91) \cdot 0,5 = 8,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Тогда } C_{Д} = C_{З} + C_{МО} - C_{ОТХ} = 578,44 \text{ руб.} \text{» [14].}$$

«Если учесть коэффициент цен к настоящему году, то есть к 2023 году, то полученный результат необходимо удвоить. Поэтому стоимость будет равна 1156,88 руб.

Сравним варианты исходных заготовок. Для этого определим

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{З}} \quad (16)$$

$$\text{Штамповка: } K_{ИМ} = \frac{1,91}{2,77} = 0,69.$$

$$\text{Прокат: } K_{ИМ} = \frac{1,91}{18,81} 16 = 0,11.$$

Полученный результат дает возможность сделать вывод: штамповка выгоднее проката» [14].

«Определим годовой экономический эффект по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{ДIP} - C_{ДШ}) \cdot N_Г \quad (17)$$

где $C_{Д_{ПР}}$ – стоимость детали, если заготовка получена прокатом;

$C_{Д_{Ш}}$ – стоимость детали, если заготовка получена штамповкой.

Тогда $\Delta_r = (1156,88 - 112,82) \cdot 5000 = 5220300$ руб.» [14].

Расчет припусков на размер 28h5 проведем табличным методом [13] и покажем в таблице 1.

Припуски на обработку по операциям представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Припуски при обработке диаметрального размера 28h5 мм

Переход	Элементы припуска, мкм			Допуск, мкм	Размер, мм		Припуск, мкм	
	Rz	T	ρ		d_{min}	d_{max}	$2z_{min}^{np}$	$2z_{max}^{np}$
1	360	-	705	1600	30,933	32,533	-	-
2	100	400	42	330	28,592	28,922	2,011	3,941
3	50	24	28	84	28,295	28,379	0,213	0,627
4	30	16	14	33	28,131	28,164	0,131	0,248
5	20	8	7	13	28,039	28,052	0,079	0,125
6	7	0	4	9	27,991	28,000	0,039	0,061

Далее приведем последовательность и используемые методы обработки заготовки поочередно всех составляющих деталь поверхностей.

Плоская поверхность 1 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: полировать и провести термическую обработку.

Коническая поверхность 2 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 3 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 0,4 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующий порядок технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки, шлифование начисто и полировать.

Цилиндрическая поверхность 4 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Плоская поверхность 5 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 0,8 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующий порядок технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Плоская поверхность 6 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Коническая поверхность 7 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую

последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 8 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 0,8 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующий порядок технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Коническая поверхность 9 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Плоская поверхность 10 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 1,6 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто, шлифовать начерно, провести термическую обработку и шлифовать начерно.

Плоская поверхность 11 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 12 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения

требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 13 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 0,4 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующий порядок технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки, шлифование начисто и полировать.

Плоская поверхность 14 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 15 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Коническая поверхность 16 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 0,4 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующий порядок технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки, шлифование начисто и полировать.

Плоская поверхность 17 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 1,25 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: центровать, провести термическую обработку и шлифовать начисто.

Коническая поверхность 18 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 1,25 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: центровать, провести термическую обработку и шлифовать начисто.

Цилиндрическая поверхность 19 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, развертывать и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 20 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, развертывать и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 21 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 1,25 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, зенкеровать и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 22 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 0,8 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, зенкеровать начерно, зенкеровать начисто, развертывать и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 23 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 0,8 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, зенкеровать начерно, зенкеровать начисто, развертывать и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 24 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить и провести термическую обработку.

Плоская поверхность 25 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения требуемого показателя предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить и провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 26 согласно требованиям служебного назначения детали должна иметь соответствующее качество поверхностного слоя с показателем шероховатости R_a равной 6,3 микрометра. Для достижения

требуемого показателя предлагается осуществить следующий порядок технологических переходов: сверление и проведение термической обработки.

Схема припусков на размер 28h5 показана на рисунке 3, а эскиз заготовки на рисунке 4.

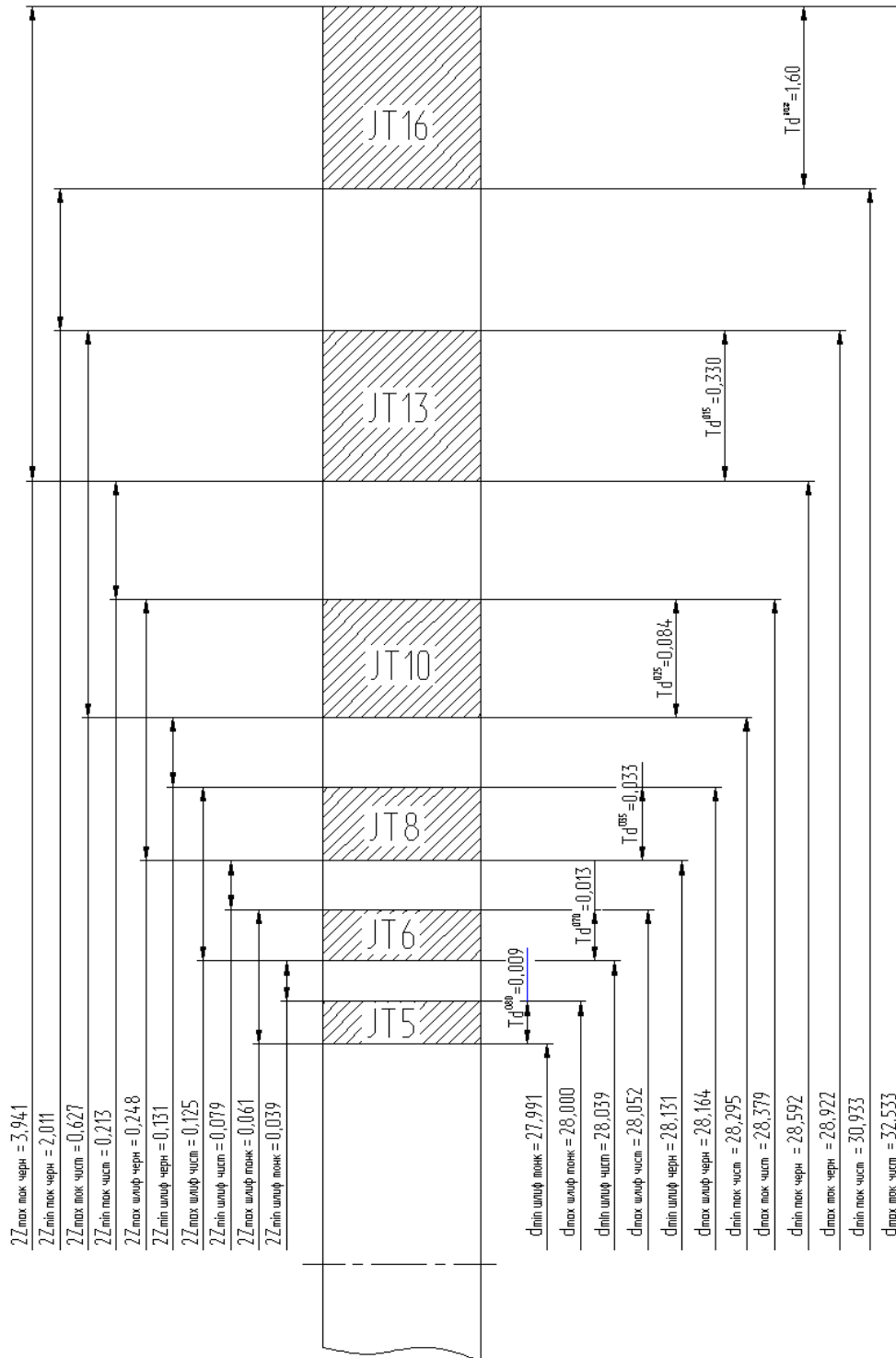


Рисунок 3 – Схема припусков на размер 28h5

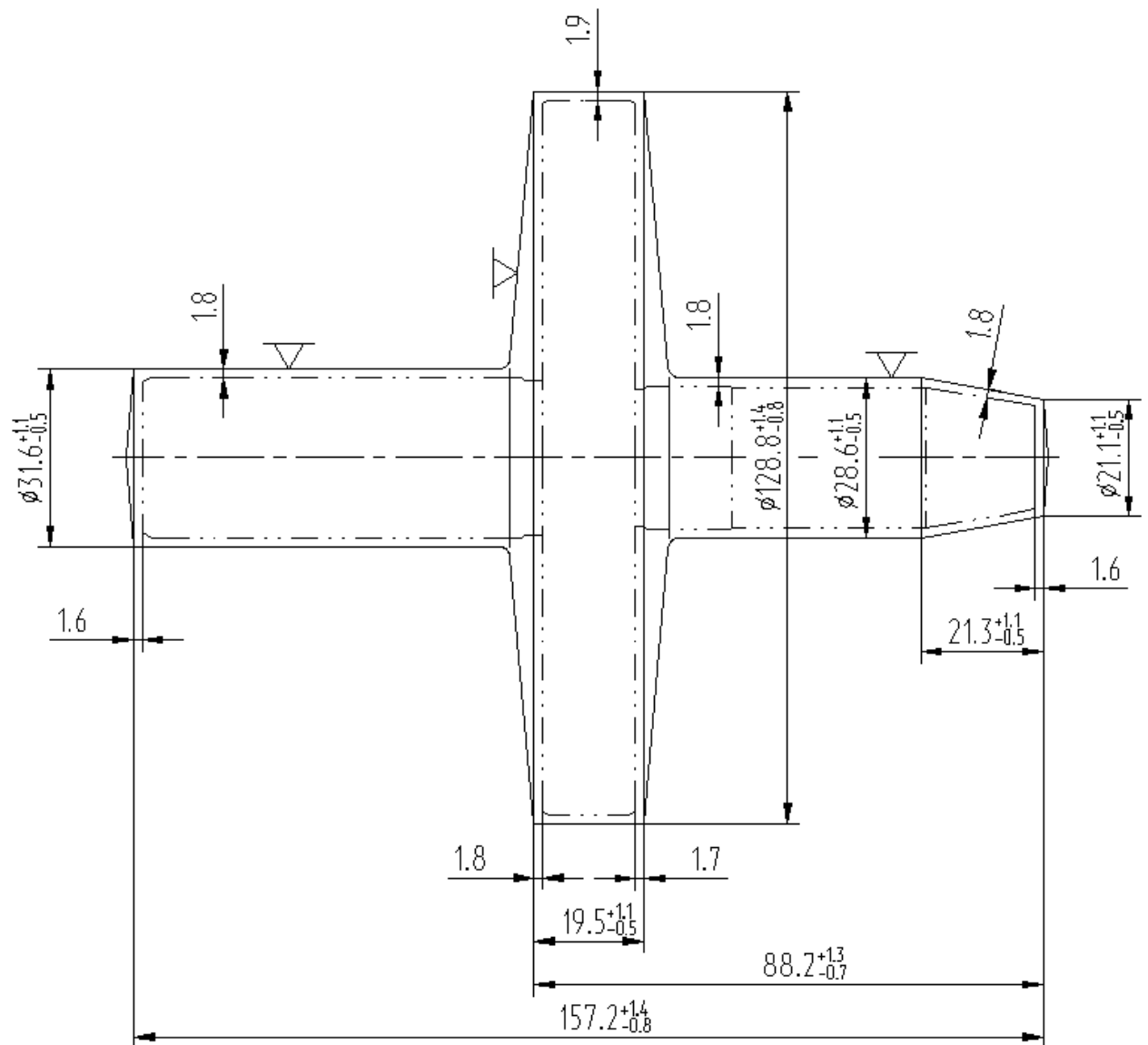


Рисунок 4 – Эскиз заготовки

Далее проведем разработку плана изготовления детали. При этом операции будем формировать путем объединения в них одинаковых методов обработки поверхностей, определенных на этапе формирования маршрутов обработки поверхностей и результаты определения маршрута изготовления детали показаны в графической части работы.

Современные методы производства, ориентированные на среднесерийное производство, сильно зависят от эффективности и качества используемой технологической оснастки, которая может составлять до 20%

общей стоимости продукции. Наибольшую долю в арсенале технологической оснастки занимают станочные приспособления, предназначенные для установки и фиксации заготовок и деталей. С учетом быстрого развития методов обработки материалов, критическое значение приобретает разработка более рациональных конструкций станочных приспособлений, учитывающих их металлоемкость и жесткость для обеспечения оптимальных условий обработки. Средства технологического оснащения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средства технологического оснащения

«Операция»	Технологическая оснастка		
	Оснащение	Инструмент	Контроль» [17]
005	«СНП ГОСТ 12195-66.	пластина ГОСТ 19052. центровочное сверло ГОСТ 14952-75 Р6М5.	калибр-пробка ГОСТ14827-69. шаблон ГОСТ 2534-79.
005	СНП ГОСТ 12195-66.	пластина ГОСТ 19052. сверло ГОСТ 14952-75.	калибр-пробка по ГОСТ 14827-69. шаблон по ГОСТ 2534-79.
010 015	патрон ГОСТ 2571-71. Вращающийся центр ГОСТ 8742-75.	резец проходной. пластина ОСТ 2И.101-83.	калибр-скоба по ГОСТ 18355-73. шаблон по ГОСТ 2534-79. калибр-пробка ГОСТ14827-69.
020 025			калибр-пробка ГОСТ 14807-69. мерительное приспособление с индикатором.
030	патрон ГОСТ 2571-71 Упорный центр ГОСТ 18259-72	шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	шаблон по ГОСТ 2534-79. калибр-скоба ГОСТ 18355-73. мерительное приспособление с индикатором.
035	СНП ГОСТ 12195-66		шаблон по ГОСТ 2534-79. калибр-пробка по ГОСТ 14827-69» [17].

Продолжение таблицы 2 – Средства технологического оснащения

«Операция»	Технологическая оснастка		
	Оснащение	Инструмент	Контроль» [17]
040	«СНП ГОСТ 12195-66	спиральные сверла. сверло ГОСТ 10902-77. зенкер ГОСТ 12489-71. машинная развертка ГОСТ 1672-80.	шаблон по ГОСТ 2534-79. калибр-скоба по ГОСТ 18355-73. мерительное приспособление с индикатором.
065	СНП ГОСТ 12195-66	головка шлифовальная по ГОСТу 8027-86	шаблон по ГОСТу 2534-79. калибр-скоба по ГОСТу 18355-73. приспособление мерительное с индикатором.
070	патрон ГОСТ 2571-71 упорный центр ГОСТ 18259-72	шлифовальный круг по ГОСТ» [16] Р 52781-2007.	
075			
080			
085	мембранный патрон ОСТ 3-3843-77» [17]		

2.2 Проектирование технологической операции

«При расчете технологических операций присутствует несколько составляющих – это расчет операционных размеров, расчет технологических допусков, расчет режимов резания и расчет норм времени» [12]. «Расчет может выполняться с помощью применения статистических методов либо расчетно-аналитических. Расчеты производятся на основе известных алгоритмов и подходов к решению» [20]. «Скорость резания:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot x \cdot S_y} \cdot K_U, \quad (18)$$

где выберем базовую величину C_U равную 350;

время работы одной пластины T равно 60 мин;

табличные величины степеней: m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,35;

коэффициент, обеспечивающий условия обработки K_U примем равным 0,83» [17].

«Тогда

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} \cdot 0,83 = 146 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (19)$$

Тогда при точении поверхности диаметром 103,4 мм:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 103,4} = 450 \text{ мин}^{-1}.$$

При точении поверхности диаметром 111,4 мм:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 111,4} = 420 \text{ мин}^{-1}.$$

При точении поверхности диаметром 208 мм:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 208} = 220 \text{ мин}^{-1} \text{» [17].}$$

«Определим составляющие силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (20)$$

где C_P – коэффициент обработки равный 300 [17, с.273];

x, y, n – табличные значения соответственно равные 1,0, 0,75, 0,15;

K_P – коэффициент коррекции» [17].

$$\text{«} K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (21)$$

где $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны 0,83, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0.

Тогда

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 146^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1250$$

Н.

Определим требуемую мощность по формуле:

$$N = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (22)$$

Тогда

$$N = \frac{1250 \cdot 146}{1020 \cdot 60} = 2,98 \text{ кВт} \text{ [17].}$$

«Полученные режимы резания заносятся в операционную карту, которая показана в приложении А в таблице А.1. Численные значения расчетов норм времени на выполнение операций и расчетов режимов резания будем определять с помощью онлайн калькулятора «Sandvik Coromant» [16] и представим их в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Режимы выполнения операций и их нормирование

«Операция	Переход	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Глубина резания, об/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин» [2]
005	1	7,40	0,06	1,57	1112	1,075
	2	73,90	0,06	1,60	705	
010	1	81,60	0,40	1,30	986	2,345
	2	80,80	0,40	2,00	199	
015	1	72,80	0,40	1,30	884	2,589
	2	79,10	0,40	2,00	203	
020	1	159,50	0,25	0,30	2570	1,589
	2	197,80	0,25	0,30	518	
025	1	178,30	0,25	0,30	2298	1,541
	2	196,90	0,25	0,30	520	
030	1	35,00	1,3/0,35	0,11	90	1,050
035	1	35,00	0,008	0,11	390	1,799
	2	35,00	0,008	0,13	90	
040	1	21,60	0,12	2,75	1273	4,979
	2	7,50	0,50	0,50	424	
	3	20,80	0,12	2,25	1321	
	4	7,90	0,50	0,50	509	
	5	17,30	0,25	5,50	550	
	6	19,40	0,25	4,65	616	
	7	18,80	0,25	6,00	530	
	8	15,70	0,50	0,25	458	
	9	15,20	0,50	0,20	558	
	10	19,60	0,30	0,10	643	
	11	9,90	0,50	0,05	318	

Продолжение таблицы 3

«Операция	Переход	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Глубина резания, об/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин» [2]
065, 070	1	35,00	0,005	0,06	390	0,830,
	2	35,00	0,008	0,07	90	1,822
075	1	35,00	1,0/0,25	0,06	450	0,982
080, 085	1	35,00	0,003	0,03	390	1,871,
	2	35,00	0,7/0,15	0,03	450	1,200

В представленном разделе «была показана технология изготовления детали. Спроектирована заготовка на основе экономического сравнения двух методов. Определены характеристики типа производства как среднесерийного. Представлен план обработки детали с учетом характеристик и требований типа производства. Показаны средства технологического оснащения. Проведен расчет операций. Полученные результаты детально показаны» [17] в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Станочное приспособление

«Для расчёта приспособления имеем следующие данные. Заготовка устанавливается в вертикальные призматические тисы, дополнительно оборудованные базирующей опорой. Наибольший обрабатываемый диаметр сверлом и развёрткой 12 мм и 12,5 мм, базовая поверхность диаметром 28,5h10. Рассчитываем осевую силу резания. Обработка сверлом сквозных отверстий диаметром 12H12 мм. Согласно справочным данным [19]:

Осевая сила резания вычисляется по формуле:

$$P_o = P_{o \text{ таб}} \cdot K_p \quad (23)$$

где - $P_{o \text{ таб}}$ равно 2,4кН, K_p равно 0,95» [18].

«Результат:

$$P_o = 2,4 \cdot 0,95 = 2,28 \text{ кН.}$$

Обработка развёрткой сквозных отверстий диаметром 12,5H10 мм.

Осевая сила резания:

$$P_{o \text{ таб}}=2,2 \text{ кН, } K_1=0,95.$$

$$P_o = 2,2 \cdot 0,95 = 2,09 \text{ кН.}$$

Для продолжения расчёта принимаем наибольшее значение.

Расчёт усилия зажима проводим на основе расчетной схемы, которая показана на рисунке 5, учитывая осевую силу.

Воспользуемся формулами (24)» [18].

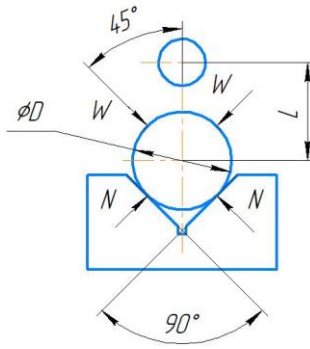


Рисунок 5 – Расчетная схема

$$\begin{cases} 2N \cos 45^\circ - 2W \cos 45^\circ = 0 \\ P_0 l - 2F_{\text{тр}1} \frac{d}{2} - 2F_{\text{тр}0} \frac{d}{2} = 0 \end{cases}$$

$$F_{\text{тр}1} = W f_1$$

$$F_{\text{тр}0} = N f_0$$

$$P_0 l - 2W f_1 \frac{D}{2} - 2N \frac{D}{2} = 0$$

(24)

$$2N = \frac{2W \cos 45^\circ}{\cos 45^\circ}$$

$$P_0 l - W f_1 D - \frac{W \cos 45^\circ}{\cos 45^\circ} f_0 D = 0$$

$$W = \frac{P_0 l}{f_1 D + \frac{\cos 45^\circ}{\cos 45^\circ} f_0 D} = \frac{P_0 l}{f_1 D + f_0 D}$$

«Результат:

$$W = \frac{2280 \cdot 0.025}{0.16 \cdot 0.028 + 0.16 \cdot 0.028} = 6361,6 \text{ Н.}$$

Проводим выбор необходимого пневмоцилиндра, КПД передачи принимаем 0,85, давление воздуха P_0 в системе 0,6 Мпа. Формула для расчёта [2]

$$W = \frac{\pi D^2}{4} P_0 \eta = 0.785 D^2 P_0 \eta \quad (25)$$

$$D = \sqrt{\frac{W}{0.785P_o\eta}} = \sqrt{\frac{6361.6}{0.785 \cdot 0.63 \cdot 0.85}} \approx 123,02 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем стандартное значение 160 мм, усилие на штоке равно 10700 Н» [19].

«Расчёт погрешности установки заготовки в приспособление [19].

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{30}^2} \quad (26)$$

Результат:

$$\varepsilon_6 = 0,5IT(D) \left(\frac{1-\sin\alpha}{\sin\alpha} \right) = 0,5 \cdot 0,052 \left(\frac{1-\sin 45^\circ}{\sin 45^\circ} \right) = 0,0108 = 10,8 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{30} = \left[\left(K_{RZ} \cdot RZ + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \cdot \left(\frac{Q}{19,8 \cdot l} \right) \quad (27)$$

где K_{RZ} равно 0,005, K_{HB} равно 15, C_1 равно $0,086 + \frac{8,4}{D_{\text{зар}}}$.

Результат» [19]:

$$\varepsilon_{30} = \left[\left(0,005 \cdot 25 + \frac{15}{217} \right) + 0,086 + \frac{8,4}{28,4} \right] \cdot \left(\frac{6361}{19,8 \cdot 65} \right) = 2,84 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{10,8^2 + 2,84^2} = 11,17 \text{ мкм.}$$

«Погрешность установки позволяет вести обработку отверстий с заданной точностью. Возможность станка с ЧПУ привязываться к определённой точке на поверхности детали частично нивелирует погрешность установки.

Приспособление основанием закрепляется на столе станка четырьмя т-образными болтами М12. Основание 4 приспособления имеет две ориентирующие его вдоль продольной оси шпонки 6, встающие в паз стола. На основании закреплены вертикально стоящая призма 1, регулируемая опора 2, пневмопривод оснащённый контактной призмой 3 и направляющими для её ориентации» [19]

«Заготовка устанавливается в призму, вертикально опираясь на опору и базовые поверхности призмы, и с помощью пневмопривода закрепляется в ней» [18].

«Разработанное приспособление позволяет сократить время на установку заготовки, а за счёт достаточно большого хода штока позволяет закреплять детали различного диаметра в пределах от 18 до 40 мм, что расширяет номенклатуру обрабатываемых деталей» [6].

3.2 Режущий инструмент

В металлообработке используется разного рода инструмент, одним из видов которых является металлорежущий. Ключевое назначение группы инструментов «металлорежущий инструмент» – обработка заготовок, с применением технологий резания.

Практически ни одно производство сегодня не обходится без данного технологического процесса, следовательно, к нему предъявляются достаточно серьезные требования для достижения высокого уровня производительности производства. Металлорежущий инструмент – это целая группа инструментов, каждый из которых несет в себе свое функциональное назначение. Наиболее распространенными являются следующие виды металлорежущего инструмента, которые представлены на рисунке 6.

Инструмент непосредственно для резания (режущий) несет в себе функциональное назначение резки, под которой можно понимать создание новой поверхности металла путем снятия поверхностного слоя. Резка происходит с образованием металлической стружки.

Виды современного режущего инструмента представлены на рисунке 6.

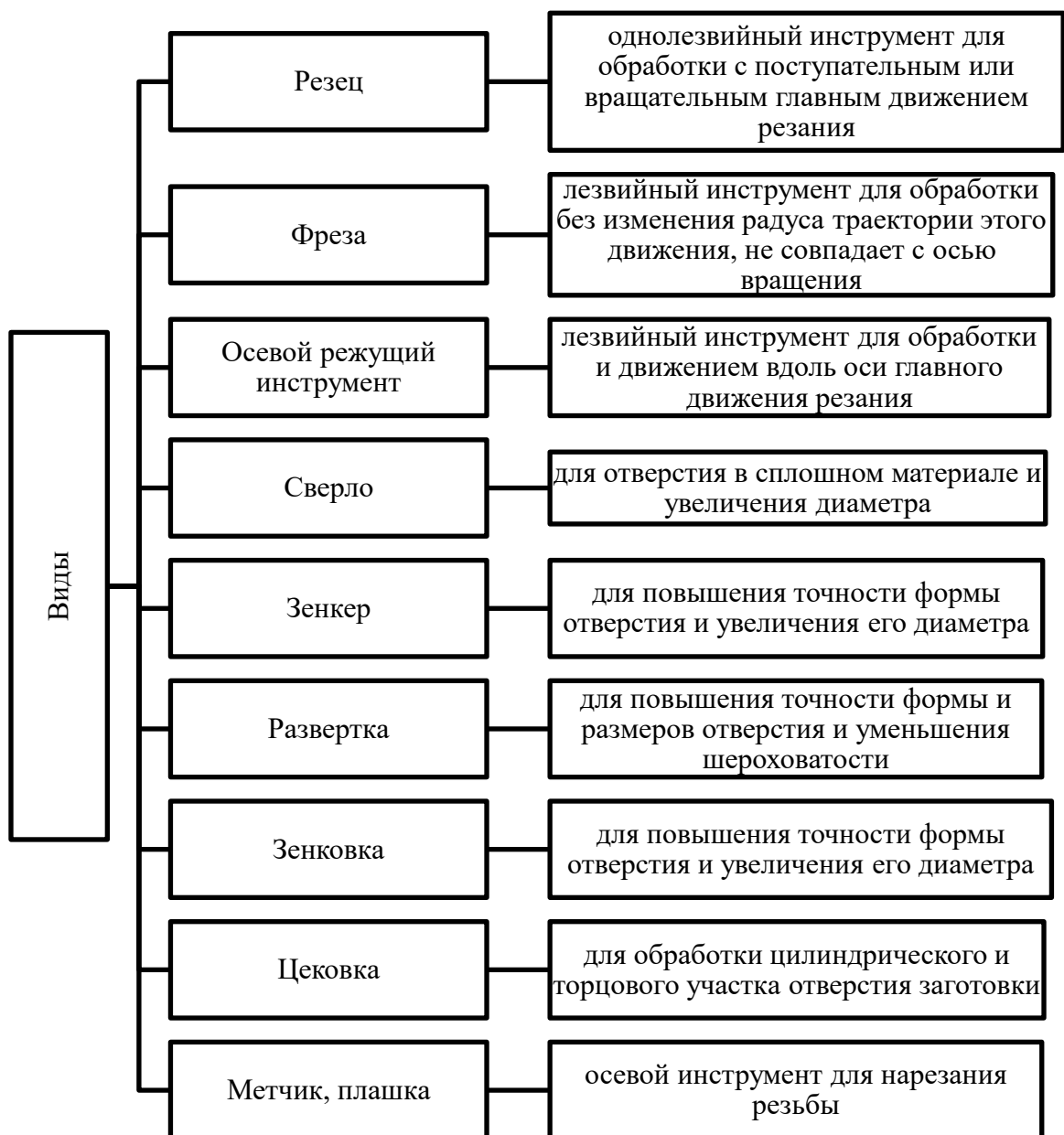


Рисунок 6 – Виды режущего инструмента

«Для «облегчения обработки центрального отверстия, базирующегося на поверхности 22 принято решение по разработке специального сверла повторяющее форму и размеры обрабатываемых поверхностей (рисунок 7). Сверло должно быть изготовлено из быстрорежущей стали Р6М5 по ГОСТ 19265-73. Твёрдость рабочих поверхностей после закалки HRC 63 – 65» [18].

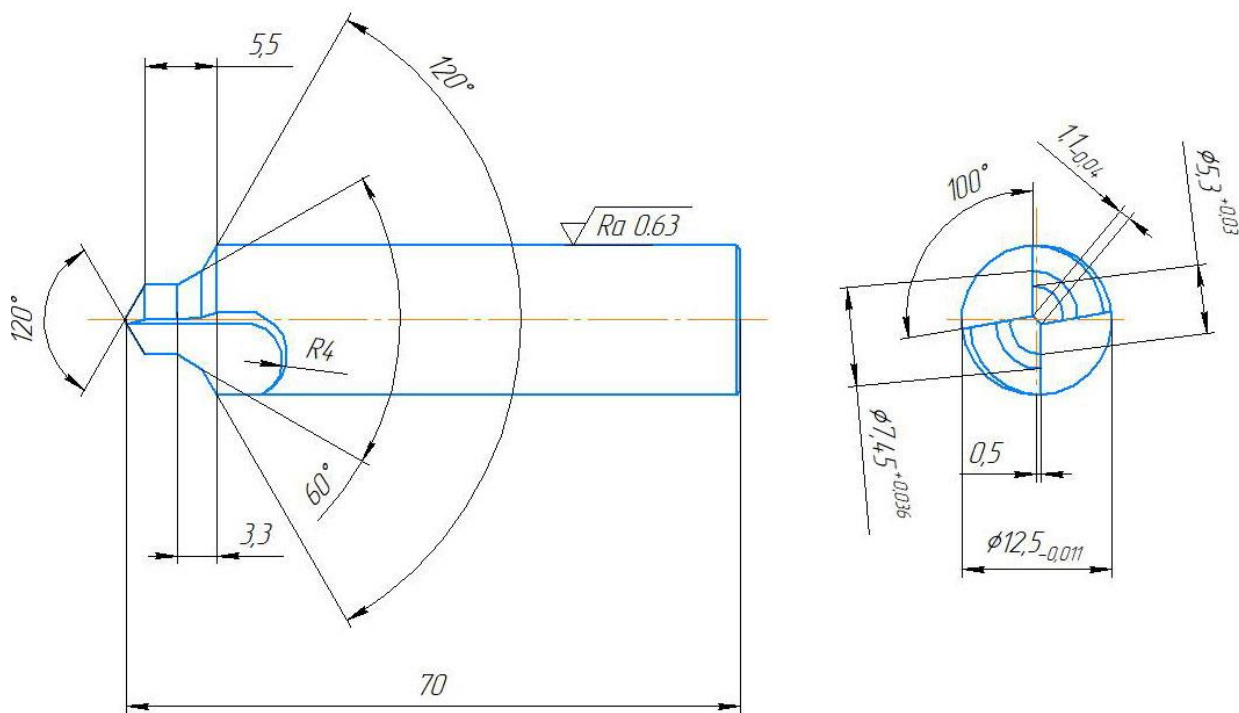


Рисунок 7 – Сверло специальное

«Исходные данные для проектирования. Обрабатываемый материал сталь 19ХГН. Сверло должно обработать цилиндрическую часть отверстия диаметром 5,3 мм на расстоянии от торца 22 в $5,5 \pm 0,150$ мм, длина цилиндрической части 2,2 мм и две конические поверхности в 60 и 120 градусов, конус 60 градусов заглубляется на глубину 3,3 мм, конус 120 градусов должен иметь максимальный диаметр $11,4^{+0,43}$ мм» [18].

«Разработанное сверло позволит обработать три поверхности детали за один проход повышает качество обработки (соответствие геометрии поверхностей чертежу) и соответственно снижает время изготовления деталей» [18].

В разделе спроектировано станочное приспособление, а также представлена конструкция специального сверла, которое используется в качестве режущего инструмента на координатно-расточной операции.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В качестве «технического объекта, относительно которого будут рассматриваться вопросы обеспечения безопасности и экологичности является технологический процесс изготовления корпуса специального приспособления» [2]. Токарная обработка металла – один из способов производства запчастей с учётом требуемых параметров и конфигурации. Он заключается в снятии с заготовки лишних металлических слоёв до достижения нужной формы и размера. Процесс обработки происходит на специальном станке, с помощью сверла выбранного диаметра и резца. На данном оборудовании можно обрабатывать детали цилиндрической, фасонной, резьбовой, конической формы.

Технологический процесс токарной обработки требует от оператора профессиональных навыков и умений, внимательности на каждом этапе производства. На станке производятся различные запчасти: гайки, втулки, шкивы, кольца, муфты, зубчатые колёса, валы и др. Если используется станок с ЧПУ, действия оператора сводятся к минимуму. В программе задаются параметры будущей детали, затем запускается механизм станка. Наличие ЧПУ существенно ускоряет производство. Фактор человеческой ошибки в этом случае сведён к минимуму.

Токарные работы по металлу включают в себя следующие работы:

- нарезание резьбы,
- растачивание,
- сверление,
- зенкерование,
- отрезание,

вытачивание канавок в заготовках.

Исследование процесса извлечения стружки из накопителя токарного станка представляет интерес, так как этот процесс является важной частью технологии обработки металла на токарных станках. Правильное извлечение

стружки из накопителя позволяет улучшить производительность и эффективность работы станка, а также обеспечить безопасность оператора и поддерживать чистоту рабочей зоны.

Объект исследования в данном случае представляет собой процесс извлечения стружки, который включает в себя следующие этапы: накопление стружки, так как на токарных станках стружка образуется при обработке металла осью вращения режущего инструмента. Она накапливается в специальном накопителе, который может быть различной конструкции и иметь разные характеристики; извлечение стружки из накопителя, так как после накопления стружки в накопителе необходимо ее извлечь для дальнейшей обработки или утилизации. Этот процесс может осуществляться различными способами, например, с помощью специального устройства, которое механически удаляет стружку из накопителя.

Исследование процесса извлечения стружки из накопителя токарного станка может включать следующие аспекты: различные типы токарных станков могут иметь разные накопители стружки с разными характеристиками. Важно изучить и сравнить эти конструкции и определить их эффективность, прочность и надежность; существует несколько способов извлечения стружки из накопителя, включая механические, пневматические и гидравлические устройства. Необходимо исследовать различные способы и определить наиболее эффективный и безопасный для применения; для оценки эффективности процесса извлечения стружки можно использовать различные параметры, такие как время, затрачиваемое на извлечение стружки, количество извлекаемой стружки, степень утилизации материала и др. Важно провести анализ этих параметров и определить оптимальные значения для наилучшей производительности и экономии ресурсов; различные параметры процесса, такие как скорость извлечения стружки, глубина воздействия, угол наклона накопителя и др., могут иметь влияние на эффективность и результативность процесса извлечения стружки. Важно исследовать влияние

этих параметров и определить оптимальные значения для наилучшего результата.

Таким образом, исследование данного процесса позволит улучшить технологию обработки металла на токарных станках, повысить производительность и безопасность операций, а также экономическую эффективность процесса.

«Идентификация опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке проводится по локальному нормативному документу, устанавливающему порядок идентификации экологических аспектов, промышленных опасностей и потенциальных рисков. Использование метода предполагает построение показателей с помощью математических моделей и репрезентативных статистических данных» [5].

Анализ безопасности при эксплуатации токарного станка – важная задача для обеспечения безопасности операторов и предотвращения возможных аварий.

«Многие рабочие подвергаются воздействию различных источников шума на своем рабочем месте: роторы, шестерни, турбулентные потоки жидкости, процессы печати, электрические машины, двигатели внутреннего сгорания, пневматическое оборудование, дрели, прессы, взрывы, насосы и компрессоры. Кроме того, звуки, издаваемые этими элементами, отражаются на полах, стенах, потолках и самом оборудовании, что увеличивает риск.

Также можно выделить наиболее часто встречающуюся причину травматизма, как физические перегрузки персонала, поэтому была предложена автоматизация процесса проведения инструктажей, подготовки и аттестации персонала в области охраны труда» [5].

«В результате проведенного анализа существующих технических решений, можно сделать рекомендацию к внедрению в существующее производство режущий инструмент – сверло специальное, аналогом которого служит техническое решение, предложенное в предыдущем разделе.

Данный режущий инструмент является более износостойким и менее

хрупким, что способствует устранению выявленных в разделе причин производственных травм и повышения безопасности на рабочем месте оператора станков с ЧПУ» [17].

«В рамках процесса предотвращения профессиональных рисков необходимо выявлять шумы, которые могут нанести вред здоровью работников. Эта часть довольно проста: шум – это специфическое явление, и чтобы его идентифицировать, вам нужно только прислушаться и определить, какие из них являются самыми громкими или раздражающими.

Для предотвращения несчастных случаев на производстве и заболеваний работодатели должны проводить оценку рисков и принимать решения о мерах профилактики и, при необходимости, об использовании средств индивидуальной защиты» [5].

Существует несколько способов защиты от движущихся машин и механизмов:

- установка защитного ограждения или барьера вокруг движущегося оборудования, чтобы предотвратить доступ к нему или приближение к нему;
- установка сигнальных ламп, звуковых сигналов или аварийных кнопок, чтобы предупреждать о движущейся машине или механизме;
- разработка четких операционных процедур и правил безопасности для работы с движущимися машинами и механизмами. Проведение обучения персонала и наблюдение за их соблюдением;
- установка систем автоматического управления, которые могут обнаруживать присутствие людей в опасной близости и временно останавливать движение машины или механизма;
- обеспечение персонала специальной защитной одеждой и средствами индивидуальной защиты, такими как защитные очки, наушники, перчатки;

- регулярное обслуживание и ремонт машин и механизмов, чтобы предотвратить возможные поломки или неправильные работы, что может привести к авариям;
- отведение специальных безопасных зон, где людям запрещено находиться во время работы движущихся машин и механизмов [5].

«Организация тушения пожара регламентируется приказом № 444 МЧС России от 16 октября 2017 года. Таким образом опасный фактор возможного пожара на техническом объекте можно отнести к классу D и E соответственно горение металлов, металлосодержащих веществ и горение технического объекта пожара, который находится под напряжением электрического тока» [5]. «Все помещения в производственном участке оборудованы пожарной сигнализацией, состоящая из дымовых пожарных извещателей ИП 212-41М. Извещатели подключены последовательно в один шлейф. Дополнительно все эвакуационные пути оснащены ручными пожарными извещателями ИПР. Все автоматические извещатели закреплены на перекрытиях, а ручные на стенах и конструкциях на высоте 1,5 метра от пола. Оборудованием, которое считывает показания извещателей является приемно-контрольный прибор Сигнал – 20» [5].

«Наиболее вероятным источником возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера является выделение токсических испарений, масляного тумана, металлической стружки.

Для снижения рисков экологического характера на атмосферу необходимо создание и использование фильтрационных систем вентиляции производственного участка; на гидросферу необходимо создание и использование локальной многоступенчатой очистки сточных вод; на литосферу необходимо разделение, сортировка и утилизация на полигонах отходов» [5].

Также можно применить следующие действия:

- максимальное использование энергосберегающих технологий и ресурсов, таких как энергоэффективные освещение, утепление

- зданий, установка солнечных батарей и других возобновляемых источников энергии;
- установка экономичных сантехнических приборов, сбор и повторное использование дождевой воды, установка фильтров и систем очистки для уменьшения загрязнения воды;
 - введение современных систем очистки выбросов, замена устаревших технологий на более экологически чистые, контроль и соблюдение нормативов по выбросам и стандартам качества воздуха;
 - отдельный сбор и переработка отходов, использование утилизации и вторичного использования материалов, снижение потребления упаковочных материалов, использование биоразлагаемых и безопасных для окружающей среды продуктов.

В разделе проведен анализ опасных и вредных производственных факторов при реализации и функционировании технического объекта в виде технологического процесса изготовления корпуса специального приспособления. Проведено исследование процесса извлечения стружки из накопителя токарного станка, так как этот процесс является важной частью технологии обработки металла на токарных станках, а также порезы о стружку являются наибольшей причиной травмирования при работе с токарными станками. В настоящем исследовании предлагается внедрение устройства для ограждения зоны резания токарного станка.

В разделе определены риски, классифицированы по типу и характеру возможной опасности. Высокий риск был выявлен у токаря по опасному событию – движущиеся машины и механизмы, поэтому в разделе представлены способы защиты от движущихся машин и механизмов.

В разделе предложены мероприятия и технические средства оснащения по пожарной безопасности и снижению негативного экологического воздействия. Представленная информация о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух объекта исследования может использоваться для анализа и оценки влияния на окружающую среду и здоровье людей.

5 Экономическая эффективность работы

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

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

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 8.

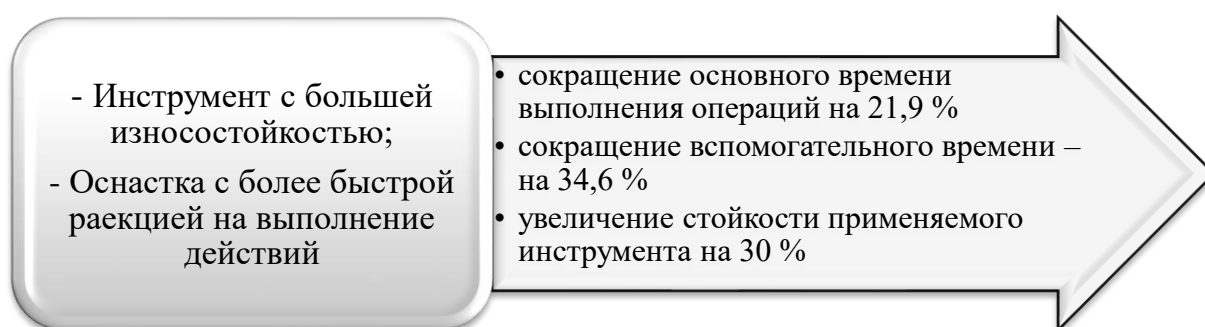


Рисунок 8 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 8, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 9.

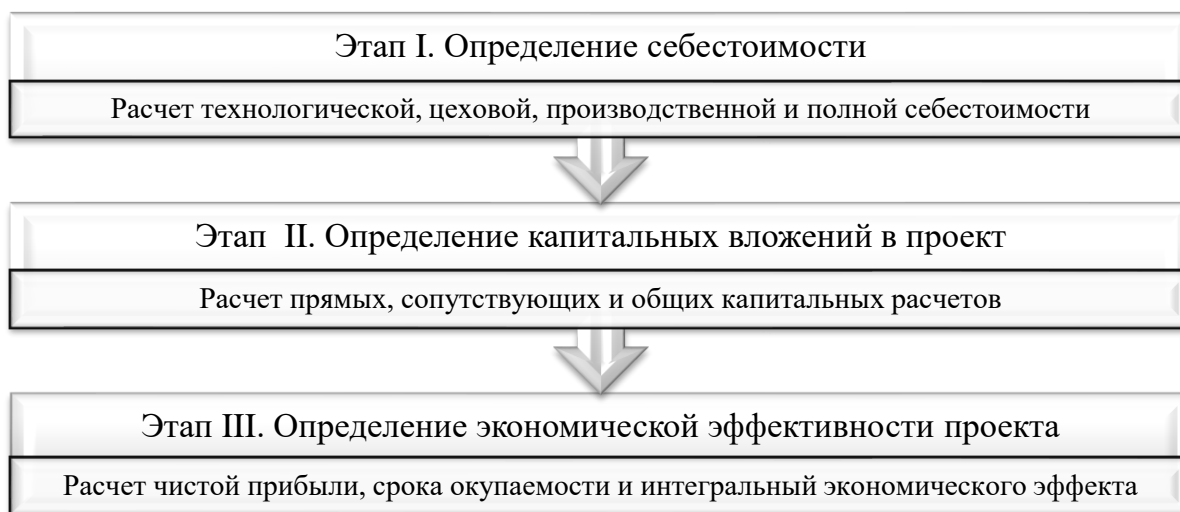


Рисунок 9 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 9 расчеты и методики для их проведения [14] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления корпуса двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 10.

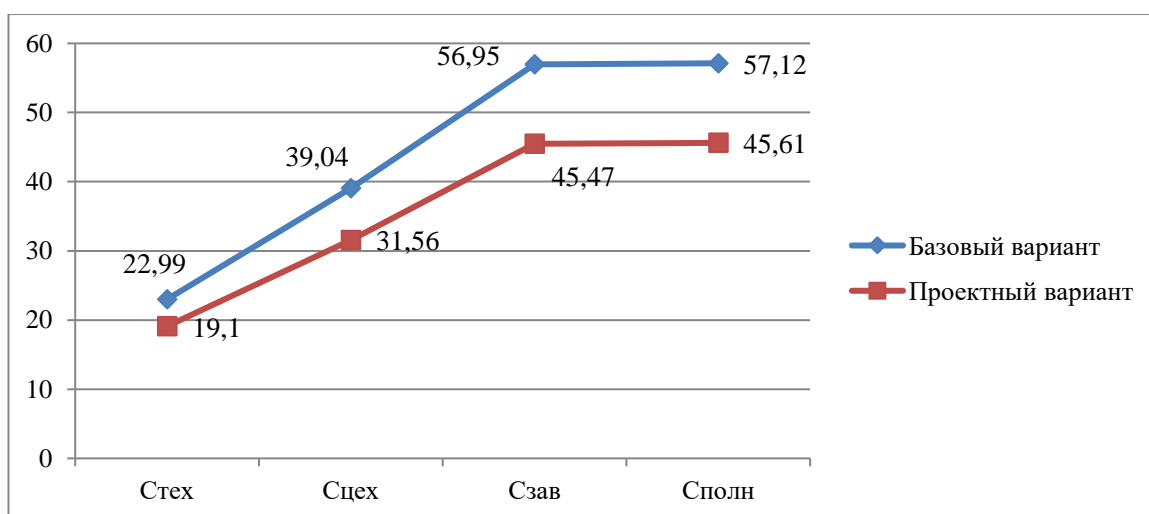


Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 10 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в предлагаемом варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство корпуса после предложенных совершенствований на 20,15 %.

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



Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 11 видно, что совершенствование технологического процесса не предполагает затраты в основное оборудование ($K_{ОБ}$), так как оно не меняется. Основные затраты приходятся на сопутствующие капитальные вложения ($K_{СОП}$), которые учитывают такие затраты как:

- затраты на проектирование $Z_{ПР}$ равны 71078,77 рублей;
- затраты на оснастку $K_{ПР}$ равны 2349,3 рублей;
- затраты на инструмент $K_{И}$ равны 5930,74 рублей;
- оборотные средства в производстве $НЗП$ равны 57,86 рублей.

Поэтому в предложенном варианте общие капитальные вложения или

капитальные вложения в технологию ($K_{ВВ.ПР}$) совпадают с величиной сопутствующих капитальных вложений.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности работы представлены на рисунке 12.



Рисунок 12 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

В представленном разделе в результате экономического анализа, как видно из рисунка 12, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 15478,2 рублей.

Заключение

В представленной выпускной квалификационной работе была разработана новая технология изготовления корпуса специального приспособления в объеме годового выпуска 5000 штук в год. В работе определено служебное назначение рассматриваемой детали. Доказано количественно и качественно технологичность детали. Показана реальная возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали «выбран материал для заготовки. Исходя из его химического состава и физико-механических свойств, показана возможность механической обработки. Определен материал – это сталь 19ХГН ГОСТ 4543. Проведена классификация и систематизация поверхностей детали и назначена стратегия их обработки. Для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки проведен сравнительный экономический анализ» [15]. «Для заготовки проведен табличный расчет припусков. Для получения требуемого качества обрабатываемых поверхностей выбраны средства технологического оснащения в виде технологического оборудования; простых и доступных приспособлений; современного режущего инструмента» [15] и контрольных средств. Спроектированы операции. На основе табличных данных определены режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Спроектированы необходимые при механической обработке заготовки приспособления. Доказана экономическая целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Предложены мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. Полученные в работе результаты позволили сделать вывод о возможности внедрения предлагаемой технологии в реальное производство.

Список используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
6. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
7. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
8. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
9. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
10. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.
11. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
12. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

13. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
14. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 07.09.2023).
15. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
16. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
18. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
19. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
20. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 15.09.2023).
21. Химический состав и физико-механические свойства стали 19Х [Электронный ресурс]. – https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X? (дата обращения: 11.09.2023).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Айрих																			
Пров.	Гуляев																			
Н. Контр.	Гуляев																			
ТГУ										Корпус										
										Цех	Уч.	РМ	Опер							
										030										
Наименование операции		Материал		твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД								
4131 Круглошлифовальная		Сталь 19ХГН		220 НВ	166	1,91	Ø128,8x157,2				2,71	1								
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Те	Тпз	Тшт	СОЖ												
3Т153F1		XXXXXX		0,320	0,507	24	0,948	Укринол-1												
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V											
01			мм	мм	мм		мм/ход	об/мин	м/мин											
002	1. Установить и снять заготовку																			
T03	396111XXX- патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71; 396265XXX- центр упорный ГОСТ 18259-72																			
004	2. Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-3																			
T05	391810XXX- шлифовальный круг 3 450x10x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																			
T06	391810XXX- шлифовальный круг 3 450x25x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																			
P07	393120XXX- шаблон ГОСТ 2534-79; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 18355-73																			
P08		XX	18,18	18,7	0,11	1	0,006	90	5											
P09		XX	125/100	12,5	0,10	1	0,006	90	35											
10																				
11																				
12																				
ОКП																				

