

Аннотация

Тулаев Александр Васильевич. Технологический процесс изготовления корпуса гидрозамка. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления корпуса гидрозамка, отвечающего условиям обеспечения требуемых качественных, количественных и экономических показателей.

Выпускная квалификационная работа состоит из 5 основных разделов. В первом разделе производится анализ исходных данных и формулируются основные задачи работы. Во втором разделе определяются основные характеристики типа производства, на основании которых производится дальнейшее проектирование технологии изготовления корпуса гидрозамка. Проектируется заготовка на основе определения маршрутов обработки поверхностей и рассчитанных в соответствии с ними припусков на механическую обработку. Проектируется план изготовления детали на основе разработанного маршрута изготовления, схем базирования и характеристик производства. Для каждой операции подбираются соответствующие требованиям средства технологического оснащения. Разрабатываются технологические операции на основе определения режимов резания и нормирования. В третьем разделе производится совершенствование операций технологического процесса через разработку соответствующей технологической оснастки и режущего инструмента. В четвертом разделе оценены основные профессиональные риски в ходе изготовления детали, разработаны мероприятия по их устранению, а также произведена оценка экологичности технологического процесса. В пятом разделе для подтверждения эффективности технологического процесса произведен расчет его экономических показателей. Работа состоит из 70 страниц записки и 7,25 листов формата А1 графической части.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| 1 Анализ исходных данных..... | 4 |
| 1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации..... | 4 |
| 1.2 Технологические характеристики детали..... | 5 |
| 1.3 Формулировка задач работы..... | 7 |
| 2 Разработка технологической части работы..... | 9 |
| 2.1 Выбор параметров техпроцесса..... | 9 |
| 2.2 Проектирование заготовки..... | 10 |
| 2.3 Проектирование плана изготовления..... | 18 |
| 2.4 Определение средств оснащения техпроцесса..... | 20 |
| 2.5 Разработка технологических операций..... | 23 |
| 3 Проектирование специальных средств оснащения..... | 27 |
| 3.1 Проектирование станочного приспособления..... | 27 |
| 3.2 Проектирование режущего инструмента..... | 33 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта..... | 35 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта..... | 35 |
| 4.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 36 |
| 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков..... | 38 |
| 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта..... | 40 |
| 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..... | 42 |
| 5 Экономическая эффективность работы..... | 45 |
| Заключение..... | 49 |
| Список используемых источников..... | 50 |
| Приложение А Технологическая документация..... | 54 |
| Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам..... | 67 |

Введение

Гидрозамок представляет собой управляемую разновидность обратного клапана. Управляющее воздействие осуществляется при помощи запорного элемента. Регулирование потока рабочей жидкости осуществляется в одном направлении в случае отсутствия управляющего воздействия или в двух в случае наличия управляющего воздействия.

Гидрозамки применяются в различных гидравлических системах как промежуточное звено между гидрораспределителем и гидроцилиндром, что обеспечивает жесткую фиксацию и исключение самопроизвольного перемещения исполнительных органов оборудования под воздействием сил тяжести и инерции.

Конструкция гидрозамка может быть односторонней, содержащей один запорный элемент или двухсторонний, содержащий два запорных элемента. В состав гидрозамка входят обратный клапан и цилиндр, открывающий клапан при необходимости. Отличие односторонних от двухсторонних заключается в том, что первые перекрывают один гидравлический канал от гидрораспределителя к гидроцилиндру, вторые оба данных канала.

Гидрозамок во многом определяет работоспособность всей гидросистемы в целом, поэтому очень важно обеспечить для него высокие показатели надежности, которые обеспечиваются технологией его сборки и изготовления частей входящих в его состав. Одним из ключевых требований при этом является необходимость обеспечения технологией изготовления гидрозамка и деталей входящих в ее состав конкурентоспособной стоимости производства для всей программы выпуска.

Из приведенных выше соображений цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления корпуса гидрозамка, отвечающего условиям обеспечения требуемых качественных, количественных и экономических показателей.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации

Корпус является частью механизма гидрозамка. В нем размещаются механизм, выполняющий функции регулирования потока, состоящий из поршня, толкателя, запорно-регулирующего механизма, седла, клапана и крепления арматуры. Корпус крепится к гидроцилиндру с базированием по цилиндрической поверхности и торцу. Присоединительная арматура крепится к корпусу по соответствующим присоединительным отверстиям.

Служебное назначение корпуса определяет формы поверхностей, формирующих его контур. Поверхности достаточно простые, но при этом их количество большое, а взаимное расположение сложное.

Условия эксплуатации корпуса зависят от условий эксплуатации гидравлической системы, элементом которой является гидрозамок. В худшем случае корпус может эксплуатироваться под действием агрессивных внешних климатических факторов.

Влияние рабочей жидкости также может быть значительным, что определяется ее химическим составом, плотностью и другими химическими и физическими свойствами. Влияние на состояние корпуса оказывает и величина рабочего давления в гидросистеме.

В процессе эксплуатации возможно влияние вибраций от работы сторонних узлов и механизмов, что может привести к повышенному износу рабочих поверхностей корпуса и разрушению резьбовых поверхностей.

Влияние перечисленных факторов негативно сказывается на эксплуатационных характеристиках корпуса и может привести к его выходу из строя. Заданные конструктором характеристики поверхностей максимально компенсируют влияние рассмотренных факторов. Добиться заданных характеристик поверхностей можно только на стадии изготовления детали.

1.2 Технологические характеристики детали

«Технологические характеристики детали характеризуются следующими показателями: технологичность материала детали, технологичность заготовки, технологичность конструкции детали, технологичность механической обработки детали» [7].

Материал корпуса характеризуется химическим составом и механическими свойствами, которые определяют его эксплуатационные показатели и свойства обрабатываемости на операциях механической обработки. Характеристики стали 08X18H10T ГОСТ 5632-72 приняты согласно [3]. Химический состав: углерод 0,08%, хром от 17% до 19%, никель от 9% до 11%, титан 0,5%, марганец 2%, кремний 0,8%, сера до 0,02%, фосфор до 0,035%, медь до 0,3%. Механические свойства: $\sigma_{02} = 275$ МПа, $\sigma_b = 610$ МПа, $\delta_5 = 41$ %, $\psi = 63$ %, НВ от 179 до 192. Такие характеристики материала обеспечивают хорошие показатели механической обработки, которые выражаются коэффициентом обрабатываемости. «Для инструмента из твердого сплава коэффициент обрабатываемости составит 0,8, для инструмента из быстрорежущей стали 0,7» [19].

Технологичность заготовки оценивается по методу ее получения [22]. «Выбор в пользу конкретного метода получения заготовки производится с учетом свойств материала детали, типа производства, формы детали и требуемых характеристик детали» [22]. Исходя из этих соображений, заготовку корпуса гидрозамка можно получить методами литья или штамповки. Применение методов литья в данном случае не целесообразно, так как данная сталь не обладает хорошими литейными свойствами, что потребует тщательной проработки технологии получения заготовки. Стоимость такой заготовки будет заведомо выше, чем заготовки получаемой методами штамповки. Выбор конкретного метода получения заготовки штамповкой производится исходя из экономического их сравнения. «Исходя из формы детали, применимыми в данном случае являются методы

штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе и штамповки на горизонтально-ковочной машине» [22].

Основой оценки технологичности конструкции детали является определение служебного назначения поверхностей, выполняемое согласно методике [27]. Эскиз корпуса гидрозамка с пронумерованными поверхностями представлен на рисунке 1.

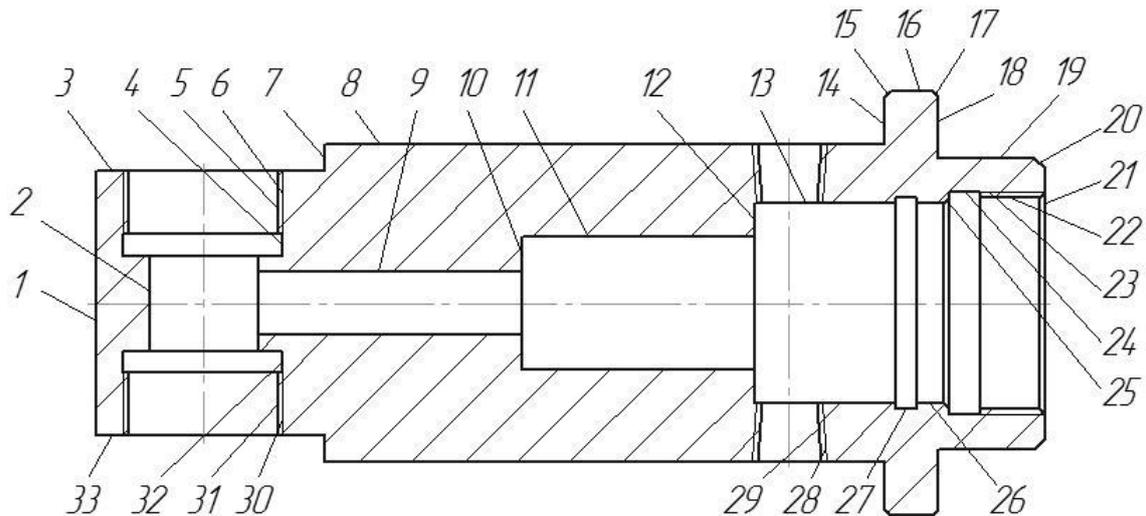


Рисунок 1 – Эскиз корпуса гидрозамка

Роль основных конструкторских баз в данной детали выполняют поверхности 19, 21. Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 11, 13. В качестве исполнительных поверхностей используются 6, 11, 13, 23, 28, 30. Все остальные поверхности являются свободными. Анализ основных, вспомогательных конструкторских баз, а также исполнительных поверхностей следует уделить основное внимание. Большинство из этих поверхностей имеют простую форму, размеры приняты в соответствии с нормальным рядом, типовые элементы (фаски, канавки) применены стандартные. Это позволяет выполнять механическую обработку поверхностей стандартными методами обработки.

Технологичность механической обработки заключается в оценке требований к базированию заготовки и оценке операций механической

обработки.

Базирование заготовки корпуса достаточно простое и позволяет применять характерные для деталей данной конфигурации схемы базирования. При этом соблюдение основных принципов базирования не вызывает каких-либо затруднений. Реализация принятых схем базирования возможна при помощи различных поверхностей заготовки. Количество требуемых операций механической обработки определяется качественными показателями поверхностей детали и сокращение их возможно только путем снижения требований к поверхностям, что недопустимо. Исходя из этого, для изготовления детали можно применять стандартное технологическое оборудование и средства оснащения, что существенно упростит этап технологической подготовки производства и сократит экономические затраты.

Приведенные технологические характеристики позволяют сделать заключение о высоких показателях технологичности корпуса гидрозамка в целом.

1.3 Формулировка задач работы

Основные задачи работы сформулируем на основе проведенного выше анализа назначения детали, условий эксплуатации и ее технологических характеристик:

- выбрать параметры проектируемого техпроцесса на основе определения типа производства, что позволит определить основные направления проектирования и наиболее полно использовать стандартные, ранее применяемые решения;
- провести выбор метода получения заготовки при помощи их экономического сравнения, спроектировать заготовку с минимально возможными припусками и напусками на обработку на базе определения маршрутов обработки и соответствующих припусков

на обработку;

- разработать план изготовления детали на основе предложенных маршрутов обработки поверхностей, разработанных схем базирования и рассчитанных операционных допусков;
- выбрать соответствующие типу производства, плану изготовления и принятым схемам базирования оборудование и средства технологического оснащения техпроцесса;
- спроектировать технологические операции на основе расчета рациональных режимов резания, соответствующих типу применяемого оборудования и технологической оснастки, а также определения эффективных норм времени на выполнение операций;
- разработать технологическую документацию в виде маршрутных и операционных карт, а также технологических наладок на операции механической обработки;
- проанализировать опасные и вредные факторы производственного процесса, воздействующие на работника и окружающую среду, разработать мероприятия по устранению или снижению их воздействия на окружающую среду;
- экономическими расчетами подтвердить эффективность разработанного технологического процесса изготовления корпуса гидрозамка и предлагаемых технических решений направленных на повышение его эффективности.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор параметров техпроцесса

В ходе проведения анализа исходных данных было установлено, что выбор параметров проектируемого техпроцесса возможен на основе определения типа производства.

Тип производства определяется по значению коэффициента закрепления операций в случае полных данных о технологическом процессе и по массе и годовой программе на начальной стадии проектирования [26]. В данном случае применим второй подход. «При массе 3,08 кг и годовой программе выпуска 8000 штук тип производства соответствует среднесерийному» [26].

Технологический процесс для данного типа производства характеризуется следующими параметрами [17].

Номенклатура выпускаемых изделий достаточно большая, формируемая по группам исходя из условия конструктивного и технологического подобия деталей.

Форма организации технологического процесса групповая не поточная с запуском деталей в производство периодическими повторяющимися партиями.

Проектирование технологического процесса основано на последовательной и частично циклической стратегии проектирования. В качестве исходного техпроцесса используются типовые техпроцессы деталей данной группы. Методы обработки поверхностей назначаются исходя из требований к поверхностям детали и условия обеспечения минимальных удельных затрат. Обязательным условием при проектировании техпроцесса является обеспечение выполнения принципов единства и постоянства баз.

Операции проектируются исходя из условия обеспечения экстенсивной концентрации переходов с применением последовательной структуры.

Припуски на обработку поверхностей определяются расчетно-аналитическим методом для точных и особо ответственных поверхностей, статистическим методом для остальных поверхностей. Режимы резания определяются на основе эмпирических зависимостей и статистических данных. Нормирование операций на основе опытно-статистических данных и расчетно-аналитических зависимостей. Методы достижения точности механической обработки основаны на применении предварительной настройки оборудования на размер при помощи измерительных приборов, а также систем адаптивного управления.

Оборудование, применяемое для механической обработки универсальное, специализированное и оснащенное CNC–системами. Последний тип оборудования является предпочтительным, так как позволяет обеспечить необходимую гибкость производства.

Средства технологического обеспечения (станочные приспособления, режущие инструменты, средства контроля) универсальные, стандартные и нормализованные. В обоснованных случаях допускается использование специализированных и специальных средств технологического оснащения.

Размещение оборудования в цехе по групповому принципу с соблюдением всех норм технологического проектирования цехов и участков механосборочного профиля.

2.2 Проектирование заготовки

Характеристиками производства определено, что метод получения заготовки выбирается на основе экономического анализа исходя из особенностей материала детали. В ходе выполнения анализа исходных данных было выяснено, что наиболее подходящими методами получения заготовки для корпуса гидрозамка являются штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе и штамповка на горизонтально-ковочной машине [5]. Экономическое сравнение этих методов будем производить на

основе сравнения общих технологических затрат на получение корпуса по методике [14]:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где $C_{ЗАГ}$ – затраты на получение одного кг заготовок, руб.;

$C_{МЕХ}$ – затраты на снятие одного кг стружки, руб.;

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг отходов производства в виде стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг.

Определение массы детали производится по формуле:

$$q = V \cdot \rho, \quad (2)$$

где V – объем детали, м³;

ρ – плотность материала детали кг/м³.

Подставляя в формулу (2) расчетные значения получаем массу детали $q = 3,08$ кг.

Определение массы заготовки производится по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (3)$$

где i – индекс номера варианта получения заготовки;

K_p – коэффициент, зависящий от формы детали и способа ее получения.

В ходе выполнения расчетов принимаем индекс номера варианта 1 для метода получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе, индекс номера варианта 2 для метода получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине. Проводим расчеты по формуле (3).

$$Q_1 = 3,08 \cdot 1,7 = 5,24 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 3,08 \cdot 1,6 = 4,84 \text{ кг.}$$

Затраты на получение одного кг заготовок определяются по формуле:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_{\text{ШТ}} \cdot h_{\text{T}} \cdot h_{\text{С}} \cdot h_{\text{В}} \cdot h_{\text{М}} \cdot h_{\text{П}}, \quad (4)$$

где $C_{\text{ШТ}}$ – базовые затраты на получение одного кг заготовок рассматриваемым методом штамповки, руб.;

h_{T} – коэффициент точности штамповки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент сложности штамповки;

$h_{\text{В}}$ – коэффициент массы заготовки;

$h_{\text{М}}$ – коэффициент материала заготовки;

$h_{\text{П}}$ – коэффициент объема производства.

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 54,68 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,89 \cdot 1,98 \cdot 1,0 = 84,8 \text{ р.}$$

Затраты на снятие одного кг стружки определяются по формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{С}}$ – удельные текущие затраты на снятие стружки, руб.;

$C_{\text{К}}$ – удельные капитальные вложения на снятие стружки, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент нормативной эффективности капитальных вложений.

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ р.}$$

Общие технологических затрат на получение корпуса рассчитанные по формуле (1) составят:

$$C_{\text{T1}} = 84,8 \cdot 5,24 + 6,04 \cdot (5,24 - 3,08) - 1,4 \cdot (5,24 - 3,08) = 454,37 \text{ р.}$$

$$C_{\text{T2}} = 84,8 \cdot 4,84 + 6,04 \cdot (4,84 - 3,08) - 1,4 \cdot (4,84 - 3,08) = 418,6 \text{ р.}$$

Расчеты показали, что метод получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине имеет лучшие экономические показатели.

Экономический эффект при составлении данных методов можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N, \quad (6)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E} = (454,37 - 418,6) \cdot 8000 = 286160 \text{ р.}$$

Метод получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине имеет лучшие экономические показатели и должен быть выбран в качестве базового метода в проектируемом технологическом процессе.

Основываясь на знании метода получения заготовки, проводим ее проектирование. С этой целью используем методику [12]. Согласно данной методике проектирования на первом этапе необходимо для каждой поверхности определить маршрут ее обработки. В ходе определения характеристик производства было выяснено, что для этого необходимо знать параметры точности, шероховатости поверхности, ее форму и удельные затраты, обеспечиваемые каждым методом обработки [7]. Оптимальный маршрут обработки поверхностей должен обеспечить минимальную сумму данных затрат.

Следующим этапом проектирования заготовки является определение припусков на обработку поверхностей на базе маршрутов их обработки.

В соответствии с определенными ранее характеристиками типа производства расчета припусков для точной поверхности диаметром $38H7(+0,025)$ ведем расчетно-аналитическим методом [24].

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [24].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (8)$$

где TD_i – операционный допуск размера на текущем переходе, мм;

TD_{i-1} – операционный допуск размера на предыдущем переходе, мм» [24].

Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9)$$

Проводим соответствующие расчеты.

$$z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,280^2 + 0,080^2} = 0,691 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,100 + \sqrt{0,060^2 + 0,020^2} = 0,163 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \min} = a_{\text{Т0}} + \sqrt{\Delta_{\text{Т0}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,016^2 + 0,060^2} = 0,421 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,242 \text{ мм.}$$

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,691 + 0,5 \cdot (0,620 + 0,250) = 1,146 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,163 + 0,5 \cdot (0,250 + 0,025) = 0,226 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_{\text{Т0}} + TD_3) = 0,421 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,039) = 0,460 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,242 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) =$$

$$= 0,274 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,146 + 0,691) = 0,919 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,226 + 0,163) = 0,195 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,460 + 0,421) = 0,441 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,274 + 0,242) = 0,258 \text{ мм.}$$

Определение максимального операционного размера производится по формуле:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (10)$$

Определение минимального операционного размера производится по формуле:

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (11)$$

Определение среднего операционного размера производится по формуле:

$$D_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i \max} + D_{i \min}). \quad (12)$$

Расчеты выполняются по направлению от готового размера к заготовке.

$$D_{4 \max} = 38,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4 \min} = 38,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{4 \max} + D_{4 \min}) = 0,5 \cdot (38,025 + 38,000) = 38,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \max} = D_{4 \max} - 2 \cdot z_{4 \min} = 38,025 - 2 \cdot 0,242 = 37,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \min} = D_{3 \max} - TD_3 = 37,580 - 0,039 = 37,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3 \max} + D_{3 \min}) = 0,5 \cdot (37,580 + 37,541) = 37,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{То} \max} = D_{3 \max} - 2 \cdot z_{3 \min} = 36,738 - 2 \cdot 0,421 = 36,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{То} \min} = D_{\text{То} \max} - TD_3 = 36,738 - 0,039 = 36,699 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{То} \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{\text{То} \max} + D_{\text{То} \min}) = 0,5 \cdot (36,738 + 36,699) =$$

$$= 36,719 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \max} = D_{3 \max} \cdot 0,999 = 36,738 \cdot 0,999 = 36,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \min} = D_{2 \max} - TD_2 = 36,701 - 0,250 = 36,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (36,701 + 36,451) = 36,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \max} = D_{2 \max} - 2 \cdot z_{2 \min} = 36,701 - 2 \cdot 0,125 = 36,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \min} = D_{1 \max} - TD_1 = 36,449 - 0,100 = 36,023 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (36,449 + 36,023) = 36,073 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \max} = D_{1 \max} - 2 \cdot z_{1 \min} = 36,023 - 2 \cdot 0,691 = 34,641 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \min} = D_{0 \max} - TD_0 = 34,641 - 0,62 = 34,021 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ ср}} = 0,5(D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5(34,641 + 34,021) = 34,331 \text{ мм.}$$

Определение минимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\min} = D_{3 \max} - D_{0 \min}. \quad (13)$$

$$2z_{\min} = 38,025 - 34,021 = 4,004 \text{ мм.}$$

Определение максимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + TD_0 + TD_3. \quad (14)$$

$$2z_{\max} = 4,004 + 0,62 + 0,039 = 4,663 \text{ мм.}$$

Определение среднего общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\min} + 2z_{\max}). \quad (15)$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (4,004 + 4,663) = 4,334 \text{ мм.}$$

Операционные припуски на обработку других поверхностей определяются статистическим методом [21]. Согласно данному методу сначала необходимо определить минимальный припуск на обработку для

каждого технологического перехода обработки поверхности, затем рассчитать по формуле (8) максимальный припуск и по формуле (9) средний припуск. Результаты определения припусков приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения припусков

| Номер поверхности | Номер перехода | Минимальный припуск, мм | Максимальный припуск, мм | Средний припуск, мм |
|-------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 2,0 | 3,8 | 2,9 |
| 8 | 1 | 1,3 | 2,85 | 2,075 |
| | 2 | 0,15 | 0,36 | 0,255 |
| | 3 | 0,2 | 0,283 | 0,242 |
| 11 | 1 | 0,5 | 0,647 | 0,574 |
| | 2 | 0,4 | 0,459 | 0,43 |
| | 3 | 0,25 | 0,277 | 0,264 |
| 14 | 1 | 2,0 | 3,355 | 2,678 |
| 16 | 1 | 1,3 | 1,85 | 1,575 |
| 18 | 1 | 2,0 | 3,45 | 2,725 |
| 19 | 1 | 1,3 | 2,85 | 2,075 |
| | 2 | 0,15 | 0,36 | 0,255 |
| | 3 | 0,2 | 0,283 | 0,242 |
| | 4 | 0,05 | 0,088 | 0,069 |
| 21 | 1 | 2,0 | 3,8 | 2,69 |
| | 2 | 1,0 | 1,28 | 1,14 |
| | 3 | 0,5 | 0,612 | 0,556 |
| 28 | 1 | 0,8 | 1,2 | 1,0 |

На следующем этапе проектирования заготовки производится определение ее допусков, напусков и других характеристик по ГОСТ 7505-89 [4]. В результате заготовка корпуса гидрозамка имеет следующие параметры:

- «класс точности заготовки Т4;
- группа марки материала МЗ;
- степень сложности заготовки С2;
- исходный индекс для определения основных припусков на обработку И5;
- величина смещения по поверхности разъема штампов 0,7 мм;
- величина остаточного облоя 0,9 мм;
- плоскостность поверхностей 1,0 мм;

- концентричность отверстий 1,5 мм;
- уклоны наружные 5°, внутренние 7°;
- радиусы скруглений 2,5 мм» [4].

Основываясь на полученные данные по величине припусков на обработку и величине напусков, формируется контур заготовки путем их прибавления к исходному контуру детали. Расчетные размеры заготовки, а также допуски на их изготовление и другие технические требования указываются на чертеже заготовки в графической части работы.

2.3 Проектирование плана изготовления

Основой для проектирования плана изготовления является технологический маршрут изготовления детали. Характеристиками среднесерийного типа производства установлено, что проектирование должно вестись на базе типовых маршрутов обработки [17, 26, 27]. Каждая операция технологического маршрута изготовления детали объединяет методы обработки различных поверхностей с одинаковыми показателями достигаемых параметров. При формировании операций технологического маршрута изготовления также следует учитывать конструктивные особенности детали и места расположения конкретных поверхностей. Маршрут изготовления корпуса представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Маршрут изготовления корпуса

| Наименование операции | Обрабатываемые поверхности | Метод обработки |
|----------------------------|--|-----------------|
| 005 Фрезерно-центровальная | 1, 21 | фрезерование |
| 010 Токарная | 8, 14 | точение |
| 015 Токарная | 12, 13, 18, 19, 21, 22 | точение |
| 020 Сверлильная | 9, 10, 11 | сверление |
| 025 Токарная | 8, 15 | точение |
| 030 Токарная | 10, 11, 13, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 | точение |

Продолжение таблицы 2

| Наименование операции | Обрабатываемые поверхности | Метод обработки |
|------------------------|--|---|
| 035 Сверлильная | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 28, 29, 30, 31, 32, 33 | сверление, фрезерование, развертывание, резьбонарезание |
| 040 Термическая | все | термообработка |
| 045 Центрошлифовальная | | шлифование |
| 050 Круглошлифовальная | 8 | шлифование |
| 055 Круглошлифовальная | 19 | шлифование |
| 060 Внутришлифовальная | 11, 13, 21 | шлифование |
| 065 Круглошлифовальная | 19 | шлифование |
| 070 Внутришлифовальная | 11, 13 | шлифование |
| 075 Моечная | все | |
| 080 Контрольная | все | |

«На основе представленного в таблице 2 маршрута изготовления корпуса формируется план его изготовления, который представляет собой графическое отображение маршрута в рекомендованном виде» [20]. Кроме того, план изготовления содержит перечень используемого на операциях оборудования, операционные эскизы с указанными на них обрабатываемыми поверхностями, схемами базирования и операционными размерами, а также операционные технические требования.

Разработка схем базирования ведется с соблюдением основных принципов базирования [14]. Это позволит снизить припуски на обработку и сократить количество технологических переходов для получения заданной точности обработки за счет снижения и исключения погрешности базирования заготовки на операциях механической обработки.

Спроектированный план изготовления корпуса гидрозамка представлен в графической части работы, а также в виде технологической документации в приложении А.

2.4 Определение средств оснащения техпроцесса

Решения, принятые на данном этапе проектирования во многом определяют экономические показатели проектируемого технологического процесса. К средствам технологического оснащения в данном случае относятся оборудование, металлорежущий инструмент, станочное приспособление и измерительные средства. Определение данных средств оснащения многофакторная задача, решение которой зависит от типа производства, принятой структуры технологической операции, требуемой производительности операции, обеспечиваемой точности размеров и других параметров техпроцесса.

При определении моделей оборудования следует учитывать специфические требования, такие как, необходимость обеспечения гибкости, производительности и точности выполнения операций. Конкретные модели оборудования определяются по данным [15].

При определении конструкции и типоразмеров металлорежущего инструмента следует учитывать требования к его стойкости и характеристикам обрабатываемой поверхности. Конкретные наименования и типоразмеры определяются по данным [1, 9].

При определении типа и конструкции станочного приспособления следует учитывать схемы базирования, подлежащие к реализации, требуемую точность обработки, необходимое усилие закрепления. Конкретные наименования приспособлений определяются по данным [10].

При определении измерительных средств следует учитывать требуемую точность контроля, необходимость автоматизации и механизации контрольных операций. Конкретные наименования измерительных средств определяются по данным [18, 23].

Средства технологического оснащения определенные в соответствии с приведенными выше критериями представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

| Наименование операции | Оборудование | Металлорежущий инструмент | Станочное приспособление | Измерительные средства |
|----------------------------|-------------------------------|---|--|--|
| 005 Фрезерно-центровальная | фрезерно-центровальный МР-71М | фреза торцовая Т5К10 ГОСТ 26595-85, сверло центровочное А4 Р6М5 ГОСТ 14952-75 | тиски самоцентрирующие ГОСТ 21167-75 | штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80, калибры |
| 010 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | резец контурный Т5К10 специальный, резец расточной Т5К10 ГОСТ 20874-75 | патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75 | штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80 |
| 015 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | резец контурный Т5К10 специальный, резец расточной Т5К10 ГОСТ 20874-75 | патрон цанговый специальный | штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88 |
| 020 Сверлильная | сверлильный 2Р135Ф2 | сверло ступенчатое Т5К10 | тиски самоцентрирующие ГОСТ 21167-75 | нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88, калибры |
| 025 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73 | патрон трехкулачко-вый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75 | штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80 |
| 030 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т15К6 ГОСТ 20874-75 | патрон цанговый специальный | штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88 |
| 035 Сверлильная | сверлильно-фрезерный Knuth | фреза торцовая R390-054C5-11M060 GC4230 Sandvik, сверло спиральное R840-2000-30-A0A GC1220 Sandvik, | оправка цанговая специальная | штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80, нутромер НМ-50 |

Продолжение таблицы 3

| Наименование операции | Оборудование | Металлорежущий инструмент | Станочное приспособление | Измерительные средства |
|---------------------------|---------------------------|---|--|------------------------------------|
| | | фреза концевая R215.36-16050-AC32L GC1620 Sandvik, фреза канавочная 327R12-22 40002-GM GC1025 Sandvik, фреза резьбовая 327R12-22 150MM-TH GC1025 Sandvik, сверло спиральное R840-1000-30-A0A GC1220 Sandvik, развертка 435.T-1000-A1-XF H10F Sandvik, метчик EP401/4 C110 Sandvik | | ГОСТ 10-88, калибры |
| 045 Центрошлифовальная | центрошлифовальный 3922 | алмазная головка АГК | тиски самоцентрирующие ГОСТ 21167-75 | калибры |
| 050 Круглошлифовальная | круглошлифовальный 3M151 | круг шлифовальный 1-500x45x305 23A46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007 | патрон цанговый, центр упорный ГОСТ 13214-79 | скоба рычажная CP75 ГОСТ 11098-75 |
| 055 Круглошлифовальная | круглошлифовальный 3M151 | круг шлифовальный 1-500x45x305 23A46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007 | патрон цанговый специальный | скоба рычажная CP 75 ГОСТ 11098-75 |
| 060 Внутришлифовальная | внутришлифовальный 3K227B | круг шлифовальный 1-32x40x10 23A46N8V30м/с1 А ГОСТ52781-2007 | патрон цанговый специальный | нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88 |
| 065 Круглошлифовальная | круглошлифовальный 3M151 | круг шлифовальный 1-500x45x305 | оправка цанговая специальная | микрометр МК-100 ГОСТ 6507- |

Продолжение таблицы 3

| Наименование операции | Оборудование | Металлорежущий инструмент | Станочное приспособление | Измерительные средства |
|---------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|
| | | 24A60M5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007 | | 90 |
| 070 Внутришлифовальная | внутришлифовальный 3К227В | круг шлифовальный 1-32х40х13 24А50К5V40м/с1А | патрон цанговый специальный | нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88 |
| 075 Моечная | моечная машина | | | |

Выбранные средства оснащения заносятся в соответствующие графы маршрутной карты и операционных карт, которые приведены в приложении А. Кроме того, марки технологического оборудования приводятся в графической части работы на плане изготовления. Результаты определения средств оснащения должны быть учтены на следующем этапе проектирования техпроцесса при разработке технологических операций.

2.5 Разработка технологических операций

Технологические операции разрабатываются в виде маршрутной карты, операционных карт и технологических наладок. Основой для разработки данной технологической документации является определение режимов резания и нормирование операций технологического процесса.

Выбор наиболее эффективной методики определения режимов резания зависит от типа инструмента, который используется на операции. На операциях с использованием инструментов фирмы Sandvik coromant, режимы резания определяются по рекомендациям данной фирмы [9].

Для остальных операций режимы резания определяются по методике [16]. Данная методика предусматривает выполнение нескольких этапов.

На первом этапе определяется глубина резания и подача.

На втором этапе определяется скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (16)$$

где V_T – скорость резания табличная, м/мин;

K_1 – коэффициент обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент стойкости инструмента и марки инструментального материала;

K_3 – коэффициент вида обработки.

На третьем этапе определяется частота вращения по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где d – размер поверхности обработки, мм.

На четвертом этапе, исходя из действительной частоты вращения n_d , определяется действительная скорость резания по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}. \quad (18)$$

После расчета режимов резания проводится нормирование операций технологического процесса, то есть определение норм времени на их выполнение. Для этого используются данные [23].

В общем случае процесс нормирования операции выглядит следующим образом. «Сначала необходимо определить длину рабочего хода инструмента по формуле:

$$L_{px} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (19)$$

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

$l_{рез}$ – длина обработки, мм;

l_2 – длина перебега инструмента, мм» [23].

«Затем определяется основное время на выполнение операции по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{рх}}{S_0 \cdot n_d}, \quad (20)$$

где S_0 – подача инструмента, мм/об» [23].

Результаты определения режимов резания и нормирования операций приведены в таблице 4

Таблица 4 – Определение режимов резания и нормирование операций

| Переход | Подача, мм/об | Скорость, м/мин | Частота вращения, об/мин | Длина рабочего хода, мм | Основное время, мин |
|----------------------------|---------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| 005 Фрезерно-центровальная | | | | | |
| 1 | 0,04 | 58 | 250 | 66 | 0,66 |
| 2 | 0,01 | 24 | 1900 | 8 | 0,42 |
| 010 Токарная | | | | | |
| 1 | 0,25 | 63 | 250 | 163 | 2,61 |
| 015 Токарная | | | | | |
| 1 | 0,25 | 63 | 250 | 45 | 0,72 |
| 2 | 0,1 | 31 | 450 | 85 | 1,89 |
| 020 Сверлильная | | | | | |
| 1 | 0,05 | 25 | 630 | 98 | 3,11 |
| 025 Токарная | | | | | |
| 1 | 0,12 | 155 | 630 | 152 | 2,01 |
| 030 Токарная | | | | | |
| 1 | 0,12 | 155 | 630 | 25 | 0,33 |
| 2 | 0,06 | 90 | 1250 | 108 | 1,44 |
| 035 Сверлильная | | | | | |
| 1 | 0,1 | 218 | 1250 | 70 | 0,14 |
| 2 | 0,25 | 110 | 1750 | 66 | 0,15 |
| 3 | 0,05 | 120 | 2380 | 96 | 0,2 |
| 4 | 0,15 | 135 | 1950 | 100 | 0,34 |
| 5 | 0,012 | 173 | 2500 | 96 | 0,17 |
| 6 | 0,15 | 51 | 1600 | 16 | 0,07 |
| 7 | 0,9 | 11 | 360 | 16 | 0,05 |
| 8 | 1,0 | 5 | 160 | 26 | 0,16 |
| 9 | 0,1 | 218 | 1250 | 70 | 0,14 |
| 10 | 0,05 | 120 | 2380 | 96 | 0,2 |
| 11 | 0,15 | 135 | 1950 | 100 | 0,34 |
| 12 | 0,012 | 173 | 2500 | 96 | 0,17 |

Продолжение таблицы 4

| Переход | Подача, мм/об | Скорость, м/мин | Частота вращения, об/мин | Длина рабочего хода, мм | Основное время, мин |
|------------------------|---------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| 13 | 0,15 | 51 | 1600 | 16 | 0,07 |
| 14 | 0,9 | 11 | 360 | 16 | 0,05 |
| 15 | 1,0 | 5 | 160 | 26 | 0,16 |
| 045 Центрошлифовальная | | | | | |
| 1 | 25 | 0,005 | | 3 | 0,6 |
| 050 Круглошлифовальная | | | | | |
| 1 | 30 | 0,017 | 150 | 103 | 3,2 |
| 055 Круглошлифовальная | | | | | |
| 1 | 30 | 0,017 | 150 | 20 | 1,1 |
| 060 Внутришлифовальная | | | | | |
| 1 | 25 | 0,011 | 150 | 35 | 2,4 |
| 065 Круглошлифовальная | | | | | |
| 1 | 35 | 0,011 | 250 | 20 | 1,4 |
| 075 Внутришлифовальная | | | | | |
| 1 | 30 | 0,008 | 250 | 35 | 2,7 |

Полученные результаты проектирования технологических операций используются для дальнейшего совершенствования технологии изготовления. Для этого выявляются лимитирующие операции, а также операции, имеющие явные технологические недостатки. Затем проводится анализ данных операций, по результатам которого делаются выводы о необходимости устранения выявленных недостатков.

Результаты определения режимов резания и нормирования заносятся в соответствующие графы технологической документации приложения А.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

В ходе анализа базового технологического процесса было установлено, что на токарной операции 015, эскиз которой приведен на рисунке 2, используется приспособление, не отвечающее принятой схеме базирования и не обеспечивающее механизацию процесса закрепления. Это приводит к увеличению припусков на обработку, снижению точности обработки и увеличению вспомогательного времени на данной операции. Проведем проектирование станочного приспособления, позволяющего устранить данные недостатки, то есть реализующее схему базирования и обладающее механизированным приводом.

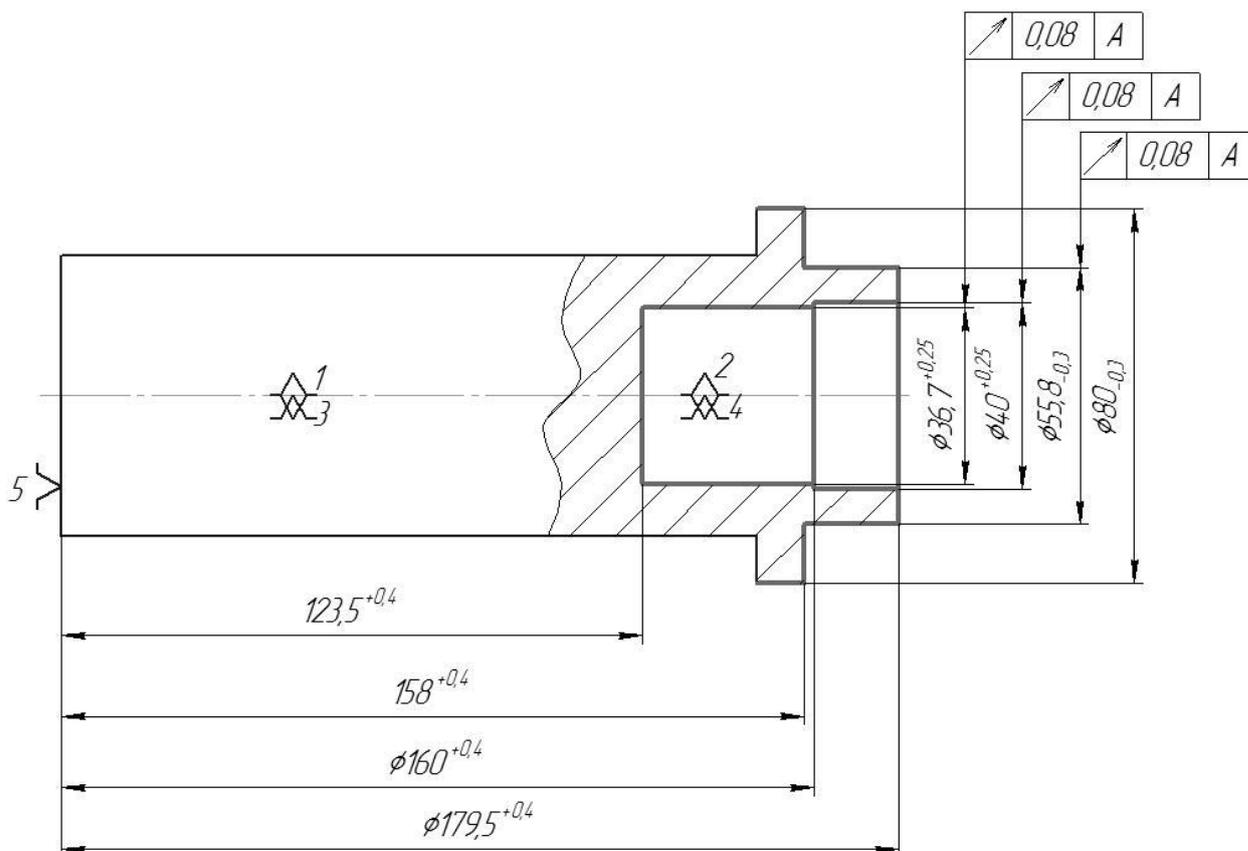


Рисунок 2 – Эскиз токарной операции

Схему приспособления и проведение его расчета принимаем по рекомендациям [6, 25].

Определение расчетного усилия зажима производится из условия обеспечения равновесия системы под действием моментов сил закрепления и резания в процессе обработки.

Условие равновесия и моменты сил определяются исходя из расчетной схемы закрепления, представленной на рисунке 3.

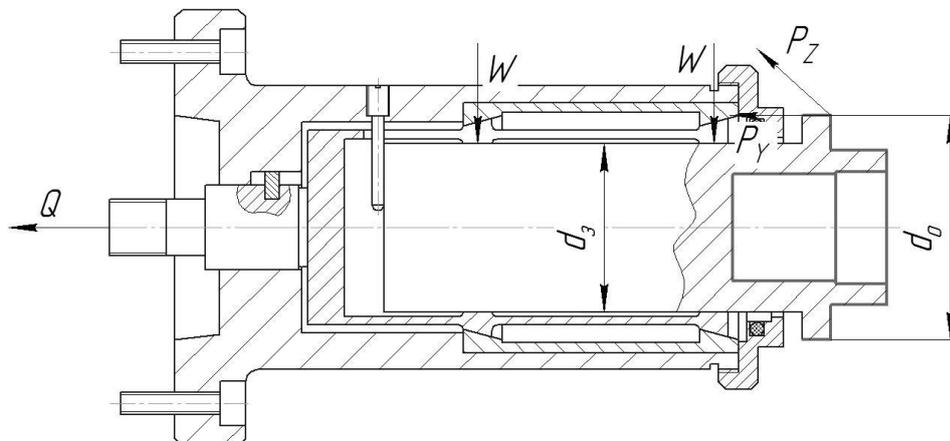


Рисунок 3 – Схема закрепления заготовки

«Расчет основных составляющих силы резания выполняется по формуле:

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

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, зависящие от конкретных условий обработки;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – фактическая скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [25].

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 2,275^{0,9} \cdot 0,25^{0,6} \cdot 31^{-0,3} \cdot 0,9 = 712 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,275^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 31^{-0,15} \cdot 0,9 = 1298 \text{ Н.}$$

Исходя из схемы закрепления, момент от составляющей силы резания P_Z определяется по формуле:

$$M_{P_{P_Z}} = P_Z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (22)$$

где d_o – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Момент от силы закрепления также определяется исходя из схемы закрепления по формуле:

$$M_{3_{P_Z}} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (23)$$

где W – расчетное усилие зажима, Н;

f – коэффициент;

d_3 – диаметр, за который происходит закрепление, мм.

В соответствии с условием равновесия системы в процессе обработки приравниваем моменты сил закрепления и резания и выводим формулу для определения расчетного усилия зажима:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_o}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (24)$$

где K – коэффициент условий выполнения операции.

Коэффициента условий выполнения операции рассчитывается по формуле:

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

где: « K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние неровностей

обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент, учитывающий состояние режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий непостоянство сил резания;

K_4 – коэффициент, учитывающий колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент, учитывающий эргономические характеристики зажимного механизма» [6].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,07.$$

Из рекомендаций принятой методики проектирования следует, что коэффициент по условиям выполнения операции следует принять равным 2,5.

Подставляем значения в формулу (24) и выполняем расчет.

$$W = \frac{1298 \cdot 80}{3 \cdot 0,2 \cdot 62} \cdot 2,5 = 6978 \text{ Н.}$$

Создание расчетного усилия зажима в механизированном приспособлении подразумевает использование для этого силового привода. Усилие, которое необходимо развить силовому приводу зависит от принятой схемы зажимного механизма и конструкции силового привода. Для данного зажимного механизма усилие определяется по формуле:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (26)$$

где α – угол наклона рабочей поверхности цанги;

φ – угол трения рабочей поверхности цанги.

$$Q = 6978 \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 6,5^\circ) = 2749 \text{ Н.}$$

«Создание расчетного усилия зажима обеспечивается поршнем, диаметр которого определяется по формуле:

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

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в гидросистеме, МПа» [6].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 2749}{1,0} + 30^2} = 78 \text{ мм.}$$

Расчет точности приспособления выполняется исходя из представленной на рисунке 4 расчетной схемы.

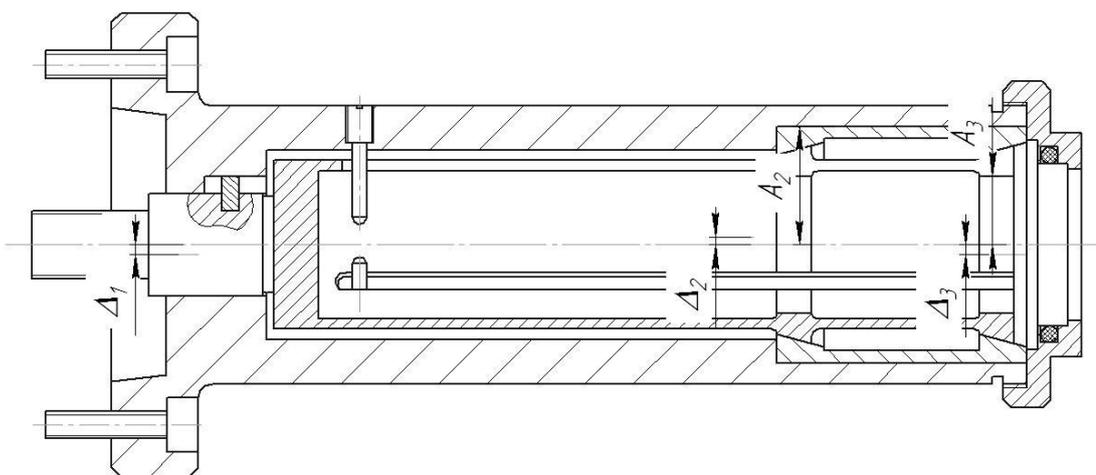


Рисунок 4 – Расчетная схема определения погрешностей

Определение погрешности производится по формуле:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (28)$$

где Δ_1 – погрешность вызванная неперпендикулярностью выходного конца привода, мм;

Δ_2 – погрешность колебания зазоров в сопряжении, мм;

Δ_3 – погрешность изготовления рабочих поверхностей цанги, мм.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,002^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

«Приспособление считается отвечающим заданной точности, если расчетная погрешность установки в нем не превышает допустимой

погрешности, которая определяется по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td, \quad (29)$$

где Td – допуск на выполняемый размер, мм » [6].

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,25 = 0,075 \text{ мм.}$$

Из расчетов видно, что патрон удовлетворяет требуемой точности установки.

Цанговый патрон состоит из зажимного механизма и механизированного привода. Зажимной механизм представляет собой корпус, в который устанавливаются цанга и упоры. Связь исполнительного механизма с приводом осуществляется посредством штока. Механизированный привод состоит из корпуса и установленного в нем поршня. Подача рабочей жидкости в гидроцилиндр осуществляется через вращающуюся муфту с отверстиями для ее подвода.

Установка и закрепление заготовки в спроектированном цанговом патроне производится следующим образом. Заготовка устанавливается в разжатую цангу до упоров. При подаче в правую полость гидроцилиндра рабочей жидкости она воздействует на поршень, который перемещает шток и соединенную с ним цангу влево. Лепестки цанги перемещаются по конической поверхности и сходятся к центру, тем самым обеспечивая центрирование и закрепление заготовки. При подаче рабочей жидкости в левую полость шток возвращает цангу в исходное положение, ее лепестки под действием сил упругости расходятся от центра, тем самым обеспечивая раскрепление заготовки.

Конструкция приспособления представлена на чертеже графической части, а его спецификация в приложении Б.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Одной из распространенных проблем при токарной обработке сложнолегированных сталей является появление сливной стружки. Решение этой проблемы наиболее эффективно производится применением специальных поверхностей в конструкции режущего инструмента. Спроектируем проходной резец, реализующий данный метод по данным [8, 11].

Марку материала режущей пластины, исходя из условий обработки и требуемых параметров обработки поверхностей, принимаем Т5К10, а главный угол в плане φ равным 93° .

«Конструктивные параметры резца определяются исходя из сечения срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (30)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [8].

$$F = 2,725 \cdot 0,25 = 0,7 \text{ мм}^2.$$

При сечении срезаемого слоя до $1,5 \text{ мм}^2$ резец должен иметь державку длиной 140 мм с сечением 25×20 мм и рабочей высотой 25 мм.

Крепление режущей пластины предусмотрим путем установки ее на штифт и поджима через клиновой зажим. Обеспечение надежности конструкции данного крепления зависит от штифта, минимально допустимый диаметр которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (31)$$

где Q_1 – сила, действующая на штифт при обработке, Н;

σ_d – допускаемое материалом штифта напряжение, МПа.

Допускаемое материалом штифта напряжение определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (32)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение составляющей силы резания, в процессе обработки, Н.

производим соответствующие расчеты по формулам (31) и (32).

$$Q_1 = \frac{1298}{0,7} = 1855 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1855}{\pi \cdot 650}} = 1,9 \text{ мм.}$$

В ходе конструирования резца был принят диаметр штифта 3 мм. Более подробно конструкция резца представлена в графической части работы, а его спецификация приведена в приложении Б.

Реализация предлагаемого метода дробления стружки предусматривается путем выполнения на передней поверхности режущей пластины специального уступа, конструкция которого представлена на рабочем чертеже резца. Принятая конструкция уступа позволяет придать срезаемому слою дополнительную деформацию, в результате чего происходит его дробление. Улучшение дробления стружки позволит убрать время на удаление стружки с заготовки и частей оборудования после обработки, а также избежать повреждения уже обработанных поверхностей.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе проведем анализ проектируемого технологического процесса изготовления корпуса гидрозамка на предмет безопасности и экологичности его выполнения. Для этого будем использовать методику и данные [2].

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Приведем характеристику анализируемого технологического процесса исходя из используемого оборудования, средств технологического оснащения, материалов и веществ, необходимых для его осуществления. Большинство операций являются типовыми, поэтому рассматривать будем только изменяющиеся операции. Необходимые характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технологический паспорт технического объекта

| «Технологический процесс» [2] | «Технологическая операция, вид выполняемых работ» [2] | «Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [2] | «Оборудование, техническое устройство, приспособление» [2] | «Материалы, вещества» [2] |
|---|---|--|--|--|
| технологический процесс изготовления корпуса гидрозамка | токарная операция | оператор станков с числовым управлением | токарно-винторезный SAMAT 135 NC станок, патрон цанговый специальный, резец контурный T5K10 специальный, резец расточной T5K10 ГОСТ 20874-75 | 08X18H10T ГОСТ 5632-72, обтирочная ветошь, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость |

Данные приведенные в таблице 8 используем для оценки профессиональных рисков, возникающих на изменяемых операциях технологического процесса и разработки мероприятий по их устранению, оценки пожарной безопасности производственного участка, а также для оценки экологического влияния производственного процесса и разработки мероприятий по снижению данного влияния.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 6 представлены основные результаты выявления наиболее значимых профессиональных рисков, возникающих при выполнении модернизируемых операций технологического процесса изготовления корпуса гидрозамка.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

| «Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [2] | «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2] | «Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2] |
|---|---|---|
| токарная операция | «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [2] | оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства |
| | опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека | «обрабатываемая заготовка, металлорежущий инструмент» [2] |
| | опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей | оборудование, средства технологического |

Продолжение таблицы 6

| «Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [2] | «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2] | «Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2] |
|---|--|--|
| | и характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации | оснащения, транспортно-погрузочные устройства |
| | опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума | «оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [2] |
| | опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги | оборудование |
| | отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция) | оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства смазочно-охлаждающая жидкость |
| | физическая динамическая нагрузка | оборудование |
| | стереотипные рабочие движения | оборудование |

Представленные в таблице 6 опасные и вредные факторы практически все в значительной степени влияют на безопасность выполнения модернизируемых операций технологического процесса. В связи с этим необходимо разработать меры по снижению или устранению влияния данных факторов на работников производства.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Разработка мер по снижению и устранению влияния опасных и вредных факторов, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, заключается в разработке соответствующих организационных мер, применении специальных технических средств коллективной и индивидуальной защиты. Результаты разработки представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

| «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2] | «Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [2] | «Средства индивидуальной защиты работника» [2] |
|---|--|--|
| «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [2] | инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев | «фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [2] |
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека | инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства, ограждающие опасные зоны | «костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [2] |

Продолжение таблицы 7

| «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2] | «Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [2] | «Средства индивидуальной защиты работника» [2] |
|---|--|---|
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации | «инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства и приспособления, гасящие вибрации» [2] | ботинки кожаные с защитным подноском |
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума | «инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [2] | наушники противошумные или вкладыши противошумные |
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов | инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, системы аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики | спецодежда |
| отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения | инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства местного освещения | |
| вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция) | инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройств ограждающие опасные зоны | «костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений» [2] |

Продолжение таблицы 7

| Опасный и/или вредный производственный фактор | Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора | Средства индивидуальной защиты работника |
|---|---|--|
| физическая динамическая нагрузка | инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов | |
| стереотипные рабочие движения | инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов | |

Приведенные в таблице 7 мероприятия позволяют полностью устранить, либо значительно снизить негативное влияние опасных и вредных факторов, выявленных ранее. Это позволяет сделать вывод о безопасности вносимых в технологический процесс технических и организационных изменений.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность производственного участка обеспечивается целым комплексом взаимосвязанных мероприятий.

В первую очередь необходимо определить характеристики возможного пожара и его опасность. Результаты идентификации класса пожара и его опасных факторов приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| «Участок, подразделение» [2] | «Оборудование» [2] | «Класс пожара» [2] | «Опасные факторы пожара» [2] | «Сопутствующие проявления факторов пожара» [2] |
|---|--|---|---|--|
| участок изготовления корпуса гидрозамка | токарно-винторезный SAMAT 135 NC станок, патрон цанговый специальный, резец контурный T5K10 специальный, резец расточной T5K10 ГОСТ 20874-75 | «пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В) » [2] | «пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму» [2] | «осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [2] |

Основываясь на знании характеристик возможного пожара, определяем технические средства необходимые на производстве для обеспечения пожарной безопасности. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические средства пожарной безопасности

| Первичные средства пожаротушения | Мобильные средства пожаротушения | Стационарные установки и системы пожаротушения | Средства пожарной автоматики | Пожарное оборудование | Средства индивидуальной защиты | Пожарный инструмент | Пожарные сигнализация, связь и оповещение |
|---|---|--|---|---|--------------------------------|---|---|
| огнетушители, ведра, ящики с песком, ломы, пилы, топоры | автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители | пенная система пожаротушения автоматическая | извещатели пожарные, приборы управления пожарные, системы передачи извещений о пожаре | гидранты, колонки, стволы, рукава, гидрозатворы | противогазы | конусные ведра, ломы, багры, полотно; лопаты, тележка, экран защитный | оповещатели звуковые автоматические, световые оповещатели «Выход» |

Далее разрабатываем комплекс необходимых организационных мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности. Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

| «Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [2] | «Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [2] | «Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [2] |
|---|---|--|
| технологический процесс изготовления корпуса гидрозамка | «разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [2] | «пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [2] |

Представленный комплекс взаимосвязанных мероприятий позволяет обеспечить необходимый для действующих производственных условий уровень пожарной безопасности.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность производственного процесса обеспечивается на основе идентификации тех негативных факторов, которые возникают в ходе его выполнения. Результаты проведения данной идентификации представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

| Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса | Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса | Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу | Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу | Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу |
|---|--|--|--|---|
| технологический процесс изготовления корпуса гидрозамка | токарно-винторезный SAMAT 135 NC станок, патрон цанговый специальный, резец контурный T5K10 специальный, резец расточной T5K10 ГОСТ 20874-75 | взвешенные частицы и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль | смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль | металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы |

Снижение влияния выявленных факторов негативно воздействующих на экологию производится путем разработки соответствующих организационно-технических мероприятий, результаты которой представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

| | |
|--|--|
| Наименование технического объекта | технологический процесс изготовления корпуса гидрозамка |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу | «система очистки воздуха перед выбросом ее в атмосферу на основе циклонов, электрофильтров и абсорберов» [2] |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу | «система очистки сточных вод на основе отстойников, пневматических флотомашин, аэротенка» [2] |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу | «сортировка отходов по виду, переработка металлических отходов, утилизация отходов на специальных полигонах» [2] |

Представленные в таблице 15 мероприятия позволяют успешно снизить влияние всех ранее выявленных негативных факторов

производственного процесса, влияющих на экологию окружающей среды.

Кроме приведенных выше мероприятий по обеспечению безопасности труда, на производстве осуществляется надзор за работой всей системы охраны труда. Согласно ежегодно разрабатываемых графиков комиссия производственного контроля проводит проверки по всем направлениям с дальнейшей разработкой корректирующих и предупреждающих мероприятий по выявленным нарушениям. Регулярно в течение года контролируются параметры физических и химических факторов на рабочих местах. На всех этапах контроля ведется мониторинг эффективности проводимой работы.

Особое внимание следует уделить обеспечению средствами индивидуальной защиты работников участка, что обусловлено особенностями выполнения производственных процессов. Все без исключения работники завода обеспечены сертифицированными современными средствами индивидуальной защиты. Основная проблема в данном случае заключается в том, что номенклатура средств защиты ежегодно обновляется в соответствии с ростом технологий и расширением рынка, поэтому выбор конкретного наименования средства защиты достаточно сложная задача. Только после того, как сами работники опытным путем определяют плюсы и минусы предлагаемой продукции, делается вывод о необходимости ее приобретения.

На основе проведенного анализа проектируемого технологического процесса изготовления корпуса гидрозамка на предмет безопасности и экологичности его выполнения выявлены все основные негативные факторы, а также предложен комплекс организационных и технических мероприятий по устранению и снижению их влияния на работников предприятия и окружающую среду.

5 Экономическая эффективность работы

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

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Корпус гидрозамка». Эти изменения касаются только одной операций, на которой предложено в качестве оснастки использовать патрон цанговый механизированный, вместо патрона цангового с ручным зажимом. А в качестве инструмента – резец токарный контурный специальный Т5К10, вместо резца токарного контурного Т5К10 ГОСТ 20874-75. А токарный станок, модель 16К20Ф3 заменить, на токарный станок SAMAT 135 NC.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [13] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимы последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Корпус гидрозамка» на 3,79 руб., что составит 17,7 %.

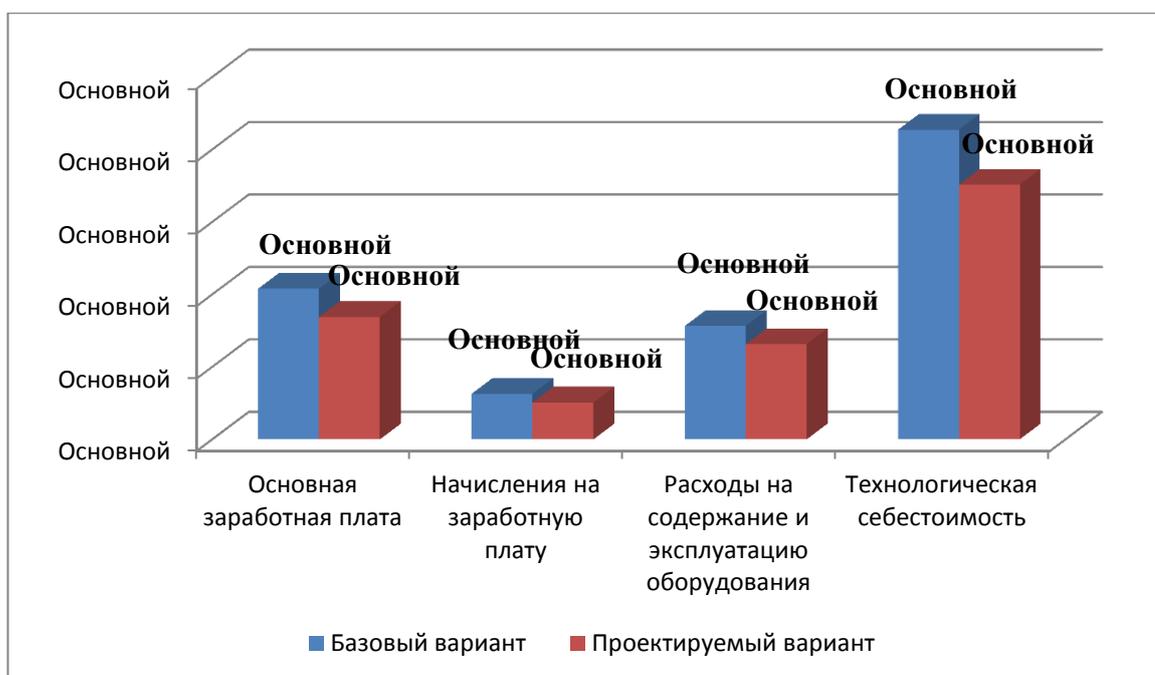


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра, как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 59,34 рублей, а для проектируемого – 48,46 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемого варианта меньше чем базового. Эта разница составляет 18,3% или 10,88 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 69632 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали

«Корпус гидрозамка» затрагивают замену оборудования, инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из 9 параметров. Их Подробный перечень которых и их доля в общем объеме затрат представлены на рисунке 6. Общая сумма инвестиций составит 304621,38 рублей.

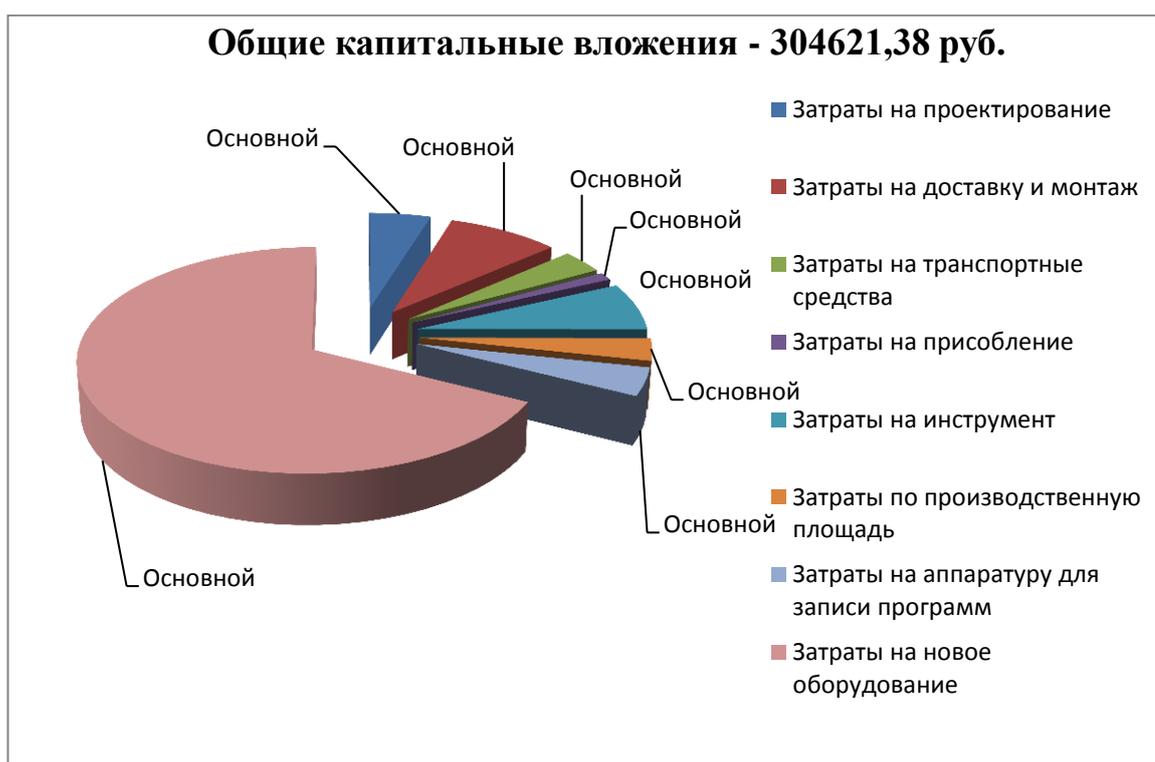


Рисунок 6 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 6, видно, что затраты на новое оборудование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их величина равна 67,6 %.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Показатели экономической эффективности проекта

| Наименование параметра | Величина параметра |
|---|--------------------|
| Срок окупаемости, года | 5 |
| Общий дисконтируемый доход, руб. | 354080,28 |
| Интегральный экономический эффект, руб. | 49458,9 |
| Индекс доходности, руб. / руб. | 1,16 |

Анализируя, представленные в таблице 13, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 49458,9 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,16 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 16 %.

Заключение

В ходе проектирования технологического процесса изготовления корпуса гидрозамка были проведены ряд мероприятий. Обоснована актуальность данной темы. Выполнен анализ исходных данных и сформулированы основные задачи работы, которые в последующем были успешно решены.

Определены основные характеристики типа производства, на основе которых производилось проектирование технологии изготовления корпуса гидрозамка. Проведено проектирование заготовки на основе определения маршрутов обработки поверхностей и рассчитанных в соответствии с ними припусков на механическую обработку. Спроектирован план изготовления детали на основе разработанного маршрута изготовления, схем базирования и характеристик производства. Для каждой операции подобраны соответствующие требованиям средства технологического оснащения. Разработаны технологические операции на основе определения режимов резания и нормирования.

Совершенствование операций технологического процесса произведено путем разработки соответствующей технологической оснастки и режущего инструмента.

Проведена оценка основных профессиональных рисков в ходе изготовления детали, разработаны мероприятия по их устранению, а также произведена оценка экологичности спроектированного технологического процесса.

Эффективность спроектированного технологического процесса подтверждена расчетами его экономических показателей.

В результате проведения всех вышеперечисленных мероприятий спроектирован технологический процесс изготовления корпуса гидрозамка, отвечающий условиям обеспечения требуемых качественных, количественных и экономических показателей.

Список используемых источников

1. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. - 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. - 463 с.
2. 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. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 11.05.2020).
3. Горохов В.А. Материалы и их технологии: учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова. - Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 588 с.
4. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990–06–30. – М. : Стандартиформ, 2010. – 36 с.
5. Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 30.04.2020).
6. Иванов И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА-М, 2015. – 198 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/405031> (дата обращения: 18.04.2020).
7. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 04.04.2020).
8. Инструментальные материалы: учеб. пособие / Г.А. Воробьева [и др.]. - Санкт-Петербург. : Политехника, 2016. – 267 с. [Электронный ресурс].

– URL: <http://znanium.com/catalog/product/563295> (дата обращения: 30.05.2019).

9. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 24.04.2020).

10. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 07.04.2020).

11. Клименков С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 08.05.2020).

12. Клименков С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 08.04.2020).

13. 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: 10.05.2020).

14. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 263 с.

15. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 16.04.2020).

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учеб. пособие / В.М. Кишуров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102222> (дата обращения: 26.04.2020).

17. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 05.04.2020).

18. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 12.04.2020).

19. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 16.04.2020).

20. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 26.04.2020).

21. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

22. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 30.04.2020).

23. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М.

Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 910 с.

24.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

25.Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 8 / А.Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. – Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 361 с.

26.Сысоев С.К. Технология машиностроения: Проектирование технол. процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 349 с.

27.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: 18.04.2020).

Приложение А
Технологическая документация

| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | |
|------|---|----|----|------|----------------------------|-----------------------|-------|---|----|----|------|----|
| | | | | | | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН |
| Б | Код, наименование обработки | | | | | | | | | | | |
| Т 19 | Резец контурный специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80. | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | |
| А 21 | XX XX XX 015 4114 Токарная | | | | | | | | | | | |
| Б 22 | 381148 Токарный с ЧПУ SAMAT135NC 3 18219 312 1P 1 1 1500 1 3,4 | | | | | | | | | | | |
| 0 23 | Точить поверхности 12, 13, 18, 19, 21, 22 в размер $\phi 80_{0,3}$, $\phi 55,8_{0,3}$, $\phi 40_{+0,25}$, $\phi 36,7_{+0,4}$, $123,5_{+0,4}$, $158_{+0,4}$ | | | | | | | | | | | |
| 0 24 | 160 ^{+0,4} , 179,5 ^{+0,4} | | | | | | | | | | | |
| Т 25 | 396190 Патрон цанговый; 392101 Резец контурный специальный Т5К10; 392152 Резец расточной | | | | | | | | | | | |
| Т 26 | ГОСТ18063-72 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88. | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | |
| А 28 | XX XX XX 020 4223 Сверлильная | | | | | | | | | | | |
| Б 29 | 381263 Сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2 3 15292 312 1P 1 1 1500 1 3,89 | | | | | | | | | | | |
| 0 30 | Сверлить поверхности 9, 10, 11 в размер $\phi 23_{-0,21}$, $\phi 12_{+0,16}$, $80_{+0,3}$, $32_{+0,25}$ | | | | | | | | | | | |
| Т 31 | 396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ1167-75; 391266 Сверло ступенчатое Т5К10; 394253 Нутромер | | | | | | | | | | | |
| Т 32 | НМ-50 ГОСТ 10-88; 393400 Калибры. | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | |
| А 34 | XX XX XX 025 4114 Токарная | | | | | | | | | | | |
| Б 35 | 381148 Токарный с ЧПУ SAMAT135NC 3 18219 312 1P 1 1 1500 1 2,51 | | | | | | | | | | | |
| 0 36 | Точить поверхности 8, 15 в размер $\phi 60,4_{0,3}$, $29,5_{0,24}$, $1_{+0,1}$ $\times 45^\circ$. | | | | | | | | | | | |
| Т 37 | 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392841 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392101 | | | | | | | | | | | |
| Т 38 | Резец контурный специальный Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80. | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | |
| А 40 | XX XX XX 030 4114 Токарная | | | | | | | | | | | |
| Б 41 | 381148 Токарный с ЧПУ SAMAT135NC 3 18219 312 1P 1 1 1500 1 2,13 | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | |

| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | |
|------|--|----|----|------|----------------------------|-----------------------|-------|---|----|----|------|----|
| | | | | | | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | | | | | | | |
| 0 69 | Точить поверхность 10, 11, 13, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 в размер $\phi 55,5_{-0,12}^{+0,1}$, $\phi 40_{-0,12}^{+0,1}$, $\phi 36,49_{-0,12}^{+0,1}$ | | | | | | | | | | | |
| 0 70 | $\phi 24,5_{-0,004}^{+0,010}$; M42x15; 176,5 $_{-0,10}^{+0,10}$; 158 $_{-0,10}^{+0,10}$; 148 $_{-0,10}^{+0,10}$; 156 $_{-0,12}^{+0,12}$; 78 | | | | | | | | | | | |
| Т 71 | 396190 Патрон цанговый; 392101 Резец концевой ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392152 Резец расточной | | | | | | | | | | | |
| Т 72 | ГОСТ 20874-75 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88 | | | | | | | | | | | |
| Т 73 | | | | | | | | | | | | |
| А 74 | XX XX XX 035 4223 Сверлильная | | | | | | | | | | | |
| Б 75 | 381263 Сверлильный с ЧПУ Knuth Mark 3 15292 312 1P 1 1 1 1500 1 302 | | | | | | | | | | | |
| 0 76 | Обработать поверхность 2, 3, 4, 5, 6, 7, 30, 31, 32, 33 в размеры $\phi 20_{-0,21}^{+0,21}$; $\phi 30,7_{-0,25}^{+0,25}$; 45 $_{-0,004}^{+0,004}$; | | | | | | | | | | | |
| 0 77 | 130 $_{-0,4}^{+0,4}$; K1/4. | | | | | | | | | | | |
| Т 78 | 396171 Универсальная делительная головка УДГ; 392841 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 391290 | | | | | | | | | | | |
| Т 79 | Сверло R840-2000-30-A0A GC1220 "Sandvik"; 391290 Сверло R840-1000-30-A0A GC1220 "Sandvik"; | | | | | | | | | | | |
| Т 80 | 391721 Развертка 435.T-1000-A1-XF H10F "Sandvik"; 391311 Метчик EP401/4 C110 "Sandvik"; 391855 | | | | | | | | | | | |
| Т 81 | Фреза торцевая R390-054C5-11M060 GC4230 "Sandvik"; 391852 Фреза канцевая R215.36-16050-AC32L | | | | | | | | | | | |
| Т 82 | GC1620 "Sandvik"; 391857 Фреза канавочная 327R12-22 40002-GM GC1025; 391818 Фреза резьбовая | | | | | | | | | | | |
| Т 83 | 327R12-22 150MM-TN GC1025 "Sandvik"; 393400 Калибры; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80. | | | | | | | | | | | |
| Т 84 | 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88. | | | | | | | | | | | |
| 85 | | | | | | | | | | | | |
| А 86 | XX XX XX 040 Термическая | | | | | | | | | | | |
| 87 | | | | | | | | | | | | |
| А 88 | XX XX XX 045 4142 Центрошлифовальная | | | | | | | | | | | |
| Б 89 | 381317 Центрошлифовальный 3922 3 18873 312 1P 1 1 1 1500 1 0,75 | | | | | | | | | | | |
| 0 90 | Шлифовать центровое отверстие размер $\phi 4_{-0,000}^{+0,000}$. | | | | | | | | | | | |
| Т 91 | 396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 2167-75; 397120 Круг шлифовальный АК ГОСТ 2447-82. | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | |

| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | | Обозначение документа | | | | | | | | | | |
|-------|---|--------------------------|----|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|---|----|----|------|----|----|-----|------|-----|------|
| | | | | | Код, наименование обработки | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Клм | Гноз | Тшт | |
| Т 94 | <i>393120 Калибры.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 96 | XX | XX | XX | 050 | 4131 | Круглошлифовальная | | | | | | | | | | | |
| Б 97 | 381311 | Круглошлифовальный ЗМ151 | | З | 18873 | 312 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1500 | 1 | | | | | 4,0 |
| 0 98 | <i>Шлифовать поверхность 8 в размер $\phi 60_{-0,016}$.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 99 | 396171 | Патрон цанговый; 392841 | | Центр упорный | ГОСТ 13214-79; 39810 | Круг шлифовальный; 392123 | | | | | | | | | | | |
| Т 100 | <i>Скоба рычажная СР-75 ГОСТ11098-75.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 102 | XX | XX | XX | 055 | 4131 | Круглошлифовальная | | | | | | | | | | | |
| Б 103 | 381311 | Круглошлифовальный ЗМ151 | | З | 18873 | 312 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1500 | 1 | | | | | 1,34 |
| 0 104 | <i>Шлифовать поверхность 19 в размер $\phi 55,1_{-0,016}$.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 105 | 396171 | Патрон цанговый; 39810 | | Круг шлифовальный; 392123 | Скоба рычажная | СР-75 | ГОСТ11098-75. | | | | | | | | | | |
| 106 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 107 | XX | XX | XX | 060 | 4132 | Внутршлифовальная | | | | | | | | | | | |
| Б 108 | 381312 | Внутршлифовальный ЗК227В | | З | 18873 | 312 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1500 | 1 | | | | | 3,0 |
| 0 109 | <i>Шлифовать поверхность 11, 13, 21 в размеры $\phi 37,541_{+0,033}$; $\phi 24,5_{+0,065}$; 176</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 110 | 396171 | Патрон цанговый; 39810 | | Круг шлифовальный; 394253 | Диаметр | НМ-50 | ГОСТ 9244-75. | | | | | | | | | | |
| 111 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 112 | XX | XX | XX | 065 | 4131 | Круглошлифовальная | | | | | | | | | | | |
| Б 113 | 381311 | Круглошлифовальный ЗМ151 | | З | 18873 | 312 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1500 | 1 | | | | | 1,75 |
| 0 114 | <i>Шлифовать поверхность 19 в размер $\phi 55_{-0,03}$.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 115 | 396171 | Патрон цанговый; 39810 | | Круг шлифовальный; 392123 | Скоба рычажная | СР-75 | ГОСТ11098-75. | | | | | | | | | | |
| 116 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Приложение Б
Спецификации к сборочным чертежам

