

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления стакана привода гидронасоса

Студент(ка)	А.А. Локтев	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	А.В. Щипанов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	Л.Н. Горина	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Н.В. Зубкова	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	В.Г. Виткалов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент

_____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

« » 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Локтев Андрей Андреевич гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления стакана привода гидронасоса
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 6000 шт в год; режим работы участка – двухсменный
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)
Титульный лист.
Задание. Аннотация. Содержание.
Введение, цель работы
1) Описание исходных данных
2) Технологическая часть работы
3) Проектирование приспособления и режущего инструмента
4) Безопасность и экологичность технического объекта
5) Экономическая эффективность работы
Заключение. Список использованных источников
Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Локтев А.А. Технологический процесс изготовления стакана привода гидронасоса. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2016 г.

Данная выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления стакана привода гидронасоса.

В ходе выполнения работы описываются и анализируются исходные данные и ставятся задачи работы. На основе которых, с учетом типа производства и его организации, разрабатывается технология изготовления стакана.

Для совершенствования ряда операций проектируются приспособление и режущий инструмент.

Так же в работе производится анализ безопасности и экологичности технического объекта и расчет экономической эффективности принятых в работе решений.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	14
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.....	19
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.7 Проектирование технологических операций.....	24
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	26
3.1 Проектирование приспособления	26
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	33
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	33
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	42
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	45

5 Экономическая эффективность работы.....	46
Заключение.....	50
Список использованных источников.....	51
Приложения.....	54

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Повышение эффективности химического производства наиболее полно реализуется при полной его автоматизации. Одним из звеньев этой системы являются механизмы перекачки жидкостей из одной емкости в другую. Как правило, для этих целей используются гидронасосы. Поэтому к ним и деталям, входящим в их состав, предъявляются высокие требования по надежности, а, следовательно, точности изготовления и долговечности. Одной из деталей привода гидронасоса является стакан.

Технология изготовления стакана должна обеспечить высокую долговечность эксплуатации и максимальное снижение затрат на изготовление. Для этого необходимо использование современного технологического оборудования, оснастки и приспособлений.

Цель данной работы заключается в разработке перспективного технологического процесса изготовления стакана обеспечивающего выпуск всей годовой программы производства при условии обеспечения заданного качества и минимизации затрат на изготовление.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Стакан предназначен для установки в нем подшипников валов привода гидронасоса.

Базирование стакана осуществляется в корпусе при помощи отверстий под штифты и торца. Такое решение позволяет точно забазировать деталь в механизме при обеспечении надежности крепления.

Работа механизма происходит в закрытом корпусе, поэтому внешняя среда является неагрессивной. Нагрузки в процессе работы незначительные. Температурный режим нормальный. В общем, условия работы детали можно охарактеризовать как нетяжелые.

1.2 Описание технологичности детали

Описание технологичности конструкции производится по технологичности материала, заготовки, общей конфигурации, обработки, базирования и закрепления стакана.

В качестве материала применяется чугун СЧ-18 ГОСТ1412-85.

Данный материал согласно [1] имеет следующие физико-механические свойства: предел прочности на растяжение $\sigma_{\text{в}}=98$ МПа, предел текучести на растяжение $\sigma_{\text{т}}=65$ МПа, предел прочности на сжатие $\sigma_{\text{в}}=700$ МПа, предел текучести на сжатие $\sigma_{\text{т}}=80$ МПа, предел прочности на кручение $\sigma_{\text{в}}=300$ МПа, предел текучести на кручение $\sigma_{\text{т}}=70$ МПа, предел прочности на изгиб $\sigma_{\text{в}}=300$ МПа, предел текучести на изгиб $\sigma_{\text{т}}=65$ МПа, относительное удлинение 1%, относительное сжатие 1%.

Такие механические характеристики обеспечивают нормальную работу корпуса.

Проанализировав форму и свойства материала детали, а также рекомендации [2] в качестве заготовки целесообразно применять один из методов литья. Конкретный выбор метода производится исходя из типа производства и экономического сравнения эффективности этих методов

Конфигурация детали достаточно сложная, что обусловлено ее

служебным назначением. Ее изменение приведет к изменению конструкции всего узла, поэтому данные изменения проводить нельзя.

В конструкции детали использованы стандартные элементы, такие как фаски и канавки, при этом все размеры приняты из стандартного ряда чисел. Исходя из этого, при обработке стакана возможно широкое применение универсального оборудования и других средств технологического оснащения.

При обработке данной детали в качестве технологических баз можно использовать любые наружные и внутренние поверхности, однако следует обратить внимание на соблюдение принципов единства и постоянства баз. Данная деталь является типовым представителем своей группы, поэтому при разработке схем базирования можно использовать типовые решения, что повысит качество разработки и упростит процесс проектирования.

Обрабатывать необходимо все поверхности детали, так как заданная точность не позволяет их получить на заготовительных операциях. Изменение точности поверхностей детали невозможно, т.к. они определяются условиями работы стакана, и данные изменения приведут к ухудшению его эксплуатационных показателей. Исходя из формы детали, ее обработку можно производить по типовому технологическому процессу с внесением соответствующих корректировок.

Из проведенного анализа видно, что в целом стакан можно признать достаточно технологичной деталью.

1.3 Систематизация поверхностей детали

Для выявления поверхностей, которые имеют основное значение для выполнения деталью своего служебного назначения, выполняем систематизацию поверхностей детали [3].

Выполняем эскиз детали (рисунок 1.1), все поверхности детали нумеруем и систематизируем их по назначению (таблица 1.1).

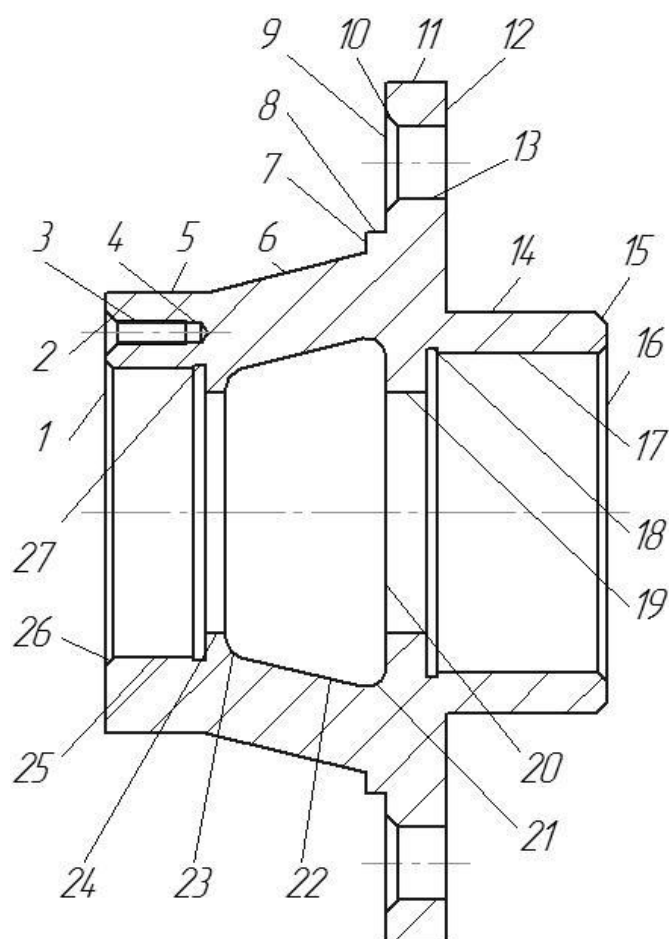


Рисунок 1.1 – Эскиз детали

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	9, 13
Вспомогательная конструкторская база	1, 3
Исполнительная поверхность	17, 18, 25, 27
Свободные поверхности	Все остальные

1.4 Задачи работы

Анализ исходных данных позволяет сформулировать задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

- выбрать оптимальный метод получения заготовки;
- рассчитать припуски и спроектировать заготовку;
- разработать схемы базирования и маршрут обработки таким образом,

чтобы получить необходимое качество детали при минимальном количестве технологических переходов;

- использовать средства технологического оснащения соответствующие выбранному типу производства;

- для наиболее трудоемких операций рассмотреть возможность их совершенствования путем проектирования специальных приспособления и инструмента;

- рассмотреть вопросы безопасности и экологичности технического объекта;

- рассчитать экономическую эффективность проекта.

Решению данных задач посвящены последующие разделы работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций [4]. Однако для его определения необходимо знание всех технологических процессов и полное их нормирование. Если же таких данных нет и на стадии предварительного проектирования тип производства определяют исходя из годовой программы выпуска и массы детали [4]. При программе в 6000 штук в год и массе детали равной 7,43 кг тип производства среднесерийный.

Исходя из типа производства, выбираем его характеристик: непоточная форма организации техпроцесса, маршрутно-операционная технология разработки техпроцесса на базе типовых маршрутов, стандартные средства технологического оснащения, определение припусков на обработку по упрощенным методикам и т.д.

Подробно рекомендации по характеристикам среднесерийного производства можно найти в литературе [3, 4, 5].

2.2 Выбор метода получения заготовки

В качестве заготовки для деталей данного типа целесообразно применять литье в землю или литье в кокиль [2].

На стадии проектирования технологических процессов оптимальный вариант заготовки можно определить путем сравнения технологической себестоимости изготовления детали [2], рассчитанной по формуле:

$$C_T = C_{\text{заг}} \cdot Q + C_{\text{мех}} (Q - q_{\text{с}}) - C_{\text{отх}} (Q - q_{\text{с}}) \quad (2.1)$$

где C_T - технологическая себестоимость изготовления детали;

$C_{\text{заг}}$ - стоимость одного кг заготовки;

$C_{\text{мех}}$ - стоимость механической обработки, отнесенная к одному кг срезаемой стружки;

$C_{отх}$ - цена одного кг отходов.

Массу детали определим путем построения ее 3D-модели при помощи системы КОМПАС-3D (рисунок 2.1). Масса рассчитывается при помощи прикладного пакета, в результате получим $q = 7,43$ кг.

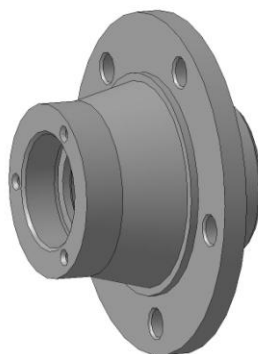


Рисунок 2.1 - 3-D модель детали

Масса заготовки определяется ориентировочно по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

где q – масса детали;

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

Масса заготовки полученной литьем в землю равна: $Q_1 = 7,43 \cdot 1,5 = 11,15$ кг.

Масса заготовки полученной литьем в кокиль равна $Q_2 = 7,43 \cdot 1,4 = 10,32$ кг.

Затраты на механическую обработку определяем по формуле:

$$C_{МEX} = C_c + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где C_c - текущие затраты на один кг стружки;

C_K - капитальные затраты на один кг стружки;

E_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

$$C_{MEH1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовок определяем по формуле:

$$C_{3\Gamma} = C_{OT} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II} \quad (2.4)$$

где C_{OT} - базовая стоимость одного кг литых заготовок, руб.

h_T - коэффициент точности отливок;

h_M - коэффициент марки материала;

h_C - коэффициенты, зависящий от группы сложности отливок;

h_B - коэффициент массы отливок;

h_{II} - коэффициент объема производства.

$$C_{3\Gamma1} = 43,47 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 27,69 \text{ руб.}$$

$$C_{3\Gamma2} = 43,47 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 0,52 = 15,26 \text{ руб.}$$

Тогда себестоимости изготовления детали равны:

$$C_{T1} = 27,69 \cdot 11,15 + 6,04 \cdot \left(\left(1,15 - 7,43 \right) \cdot 1,4 \cdot \left(1,15 - 7,43 \right) \right) = 326,01 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 15,26 \cdot 10,32 + 6,04 \cdot \left(\left(0,32 - 7,43 \right) \cdot 1,4 \cdot \left(0,32 - 7,43 \right) \right) = 170,89 \text{ руб.}$$

Так как минимальное значение C_T для метода получения заготовки литьем в землю, то данный метод получения заготовки принимаем за оптимальный.

Экономический эффект при сопоставлении различных способов получения заготовок рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = \left(C_{T_2} - C_{T_1} \right) \cdot N \quad (2.5)$$

где C_{T_1} , C_{T_2} - техническая себестоимость изготовления детали из сопоставляемых заготовок, руб.

В нашем случае имеем:

$$\mathcal{E} = \left(326,01 - 170,89 \right) \cdot 6000 = 930720 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей, выбираются исходя из обеспечения ими минимума затрат на обработку при достижении заданной точности. Однако прямое определение экономических затрат весьма затруднительно. Поэтому используется специальная методика [3, 6], согласно которой методы обработки поверхности должны обеспечивать минимальную сумму коэффициентов удельных затрат.

Данные по выбору методов обработки представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ пов.	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Последовательность обработки
1	2	3	4	5
1	П	12	12,5	Т-Тч-Тт
2	КВ	12	12,5	С
3	РВ	7	12,5	Рн
4	ЦВ	12	12,5	С
5	Ц	12	12,5	Т
6	К	12	12,5	Т
7	Ц	12	12,5	Т
8	К	8	6,3	Т-Тч-Тт
9	П	12	2,5	Т-Тч-Тт
10	ЦВ	12	12,5	С
11	Ц	12	12,5	Т
12	П	12	12,5	Т
13	ЦВ	9	3,2	С-Р
14	Ц	12	12,5	Т
15	К	12	12,5	Тч
16	П	12	12,5	Т-Тч

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
17	ЦВ	7	1,25	Т-Тч-Тт
18	ПВ	10	1,6	Т-Тч-Тт
19	ЦВ	12	12,5	Т
20	ПВ	17	50	Л
21	ЦВ	17	50	Л
22	ЦВ	17	50	Л
23	ПВ	17	50	Л
24	ЦВ	12	12,5	Т
25	ЦВ	7	1,25	Т-Тч-Тт
26	КВ	12	12,5	Тч-ТО
27	ПВ	10	1,6	Т-Тч-Тт

Обозначения принятые в таблице: П – плоская поверхность; ПВ – плоская внутренняя поверхность; Ц – цилиндрическая поверхность; ЦВ – цилиндрическая внутренняя поверхность; К – коническая поверхность; КВ – коническая внутренняя поверхность; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Тт – точение тонкое; С – сверление; Р – развертывание; Рн – резьбонарезание.

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Определение припусков на обработку самой точной поверхности $\varnothing 72P7 \begin{smallmatrix} 0,021 \\ 0,051 \end{smallmatrix}$ проводим согласно рекомендаций [7] расчетно-аналитическим методом.

Минимальный припуск определяется:

$$Z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

где i - индекс данного перехода;

$i-1$ - индекс предыдущего перехода;

$i+1$ - индекс последующего перехода;

a - суммарная величина дефектного слоя;

Δ - суммарное отклонение формы и расположения поверхностей;

ε - погрешность установки заготовки в приспособлении.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{1,0^2 + 0,025^2} = 1,3$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,763$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295$$

Максимальный припуск определяется:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.7)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (0,0 + 0,30) = 2,65$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,30 + 0,12) = 0,973$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,12 + 0,03) = 0,370$$

Средний припуск определяется:

$$Z_{cpi} = (Z_{i\max} + Z_{i\min}) / 2 \quad (2.8)$$

$$Z_{\tilde{\delta}1} = (Z_{1\max} + Z_{1\min}) / 2 = (3 + 2,65) / 2 = 1,975$$

$$Z_{\tilde{\delta}2} = (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,763 + 0,973) / 2 = 0,868$$

$$Z_{\tilde{\delta}3} = (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,295 + 0,370) / 2 = 0,333$$

Минимальные и максимальные диаметры определяются:

$$D_{(i-1)\min} = D_{i\min} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.9)$$

$$D_{(i-1)\max} = D_{(i-1)\min} - TD_{i-1} \quad (2.10)$$

$$D_{3\min} = 71,949$$

$$D_{3\max} = 71,979$$

$$D_{2\max} = D_{3\max} - 2 \times Z_{3\min} = 71,979 - 2 \cdot 0,295 = 71,389$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 71,389 - 0,12 = 71,269$$

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2 \times Z_{2\min} = 71,389 - 2 \cdot 0,763 = 69,863$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 69,863 - 0,3 = 69,563$$

$$D_{0\max} = D_{1\max} - 2 \times Z_{1\min} = 69,863 - 2 \cdot 1,3 = 67,263$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 67,263 - 2,0 = 65,263$$

Средние диаметры определяются:

$$D_{ic} = (D_{i\max} + D_{i\min}) / 2 \quad (2.13)$$

$$D_{3cp} = (D_{3\max} + D_{3\min}) / 2 = (71,949 + 71,979) / 2 = 71,964$$

$$D_{2cp} = (D_{2\max} + D_{2\min}) / 2 = (71,389 + 71,269) / 2 = 71,329$$

$$D_{1cp} = (D_{1\max} + D_{1\min}) / 2 = (69,863 + 69,564) / 2 = 69,714$$

$$D_{0cp} = (D_{0\max} + D_{0\min}) / 2 = (67,263 + 65,263) / 2 = 66,263$$

Общие припуски на обработку определяются:

$$2Z_{\min} = D_{3\min} - D_{0\max} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_3 \quad (2.15)$$

$$2Z_{cp} = (2Z_{\min} + 2Z_{\max}) / 2 \quad (2.16)$$

$$2Z_{\min} = 71,979 - 65,263 = 6,716$$

$$2Z_{\max} = 6,716 + 2,0 + 0,03 = 8,746$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (6,716 + 8,746) = 7,74$$

Для обработки остальных поверхностей припуски определяются согласно методики [8]. При проведении расчетов минимальный припуск берется из соответствующих таблиц, а максимальный рассчитывается аналогично

предыдущему методу.

Результаты заносим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 - Припуски на обработку поверхностей

№ пов.	Наименование перехода	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$	$Z_{\text{ср}}$
1	2	3	4	5
1	Точение черновое	2,5	3,5	3,0
	Точение чистовое	1,0	1,28	1,14
	Точение тонкое	0,5	0,68	0,59
5	Точение черновое	1,15	2,125	1,638
6	Точение черновое	1,25	2,25	1,75
7	Точение черновое	2,5	3,45	2,975
8	Точение чистовое	0,3	0,58	0,44
	Точение тонкое	0,2	0,36	0,28
9	Точение черновое	2,0	2,95	2,475
	Точение чистовое	1,0	1,21	1,105
	Точение тонкое	0,5	0,62	0,56
11	Точение черновое	1,4	2,63	2,015
12	Точение черновое	2,5	3,275	2,888
13	Развертывание	0,25	0,307	0,278
14	Точение черновое	1,125	2,1	1,613
16	Точение черновое	2,0	3,0	2,5
	Точение чистовое	1,0	1,28	1,14
17	Точение черновое	0,9	1,85	1,375
	Точение чистовое	0,7	0,805	0,753
	Точение тонкое	0,2	0,275	0,238
18	Точение черновое	2,0	2,75	2,375
	Точение чистовое	1,0	1,21	1,105
	Точение тонкое	0,5	0,62	0,56

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
19	Точение черновое	0,9	1,65	1,275
24	Точение черновое	0,9	1,65	1,275
27	Точение черновое	2,0	2,775	2,388
	Точение чистовое	1,0	1,245	1,123
	Точение тонкое	0,5	0,64	0,57

Заготовка проектируется согласно рекомендаций [2, 8].

Для ее проектирования необходимо знать припуски на обработку поверхностей, которые определены выше, определить контур заготовки с учетом упрощения формы, связанного с технологическими особенностями метода получения заготовки и определить параметры заготовки. Остановимся более подробно на последнем пункте.

В соответствии с имеющимися рекомендациями для данного случая получаем следующие параметры заготовки: степень точности поверхности – 10, класс точности массы – 7, класс размерной точности – 8, ряд припусков – 5, сдвиг не более 1,0 мм, эксцентricность отверстий не более 1,0 мм.

Заготовка представлена на листе графической части работы.

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Технологический маршрут обработки стакана в соответствии с характеристиками среднесерийного типа производства производится на основе типовых маршрутов [3, 5, 9].

Однако, данная деталь имеет конструктивные особенности, поэтому типовой маршрут необходимо подвергнуть анализу и доработке.

Оформление маршрута обработки производится согласно рекомендаций [6]. Результаты представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления стакана

№	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Наименование операции
1	Точение	1, 5, 6, 7, 8, 9, 24, 25, 27	005	Токарная
2	Точение	12, 14, 16, 17, 18, 19	010	Токарная
3	Точение	1, 8, 9, 25, 26, 27	015	Токарная
4	Точение	15, 16, 17, 18	020	Токарная
5	Сверление	2, 3, 4, 10, 13	025	Сверлильная
6	Точение	8, 9, 25, 27	030	Токарная
7	Точение	17, 18	035	Токарная
8	Мойка	все	040	Моечная
9	Контроль	все	045	Контрольная

На основе полученных данных формируется план изготовления стакана, который представляет собой графическое изображение маршрута обработки с указанием на каждой операции типа оборудования, схемы базирования, операционных размеров и технологических требований. Формируется в соответствии с рекомендациями [6]. План изготовления представлен на листах графической части работы.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения один из самых важных элементов технологического процесса. В соответствии с типом производства следует использовать универсальные и стандартные средства оснащения. Более подробно рекомендации по выбору средств оснащения можно найти в литературе [3].

Выбор конкретных моделей металлорежущих станков, режущих инструментов, мерительных приспособлений и технологической оснастки производится по справочным данным и каталогам [10, 11, 12, 13, 14].

Полученные данные заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименова- ние	Оборудова- ние	Оснастка		
			Режущий инструмент	Средства контроля	Приспо- собления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Резец контурный специальный CNMG 16 06 12-KR «Sandvik» резец расточной TNMX 16 04 08-WMX «Sandvik»	Штангенцир куль ШЦ-1 ГОСТ166- 89, нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	Патрон трехкулач- ковый ГОСТ 24351-80
010	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Резец контурный специальный CNMG 16 06 12-KR «Sandvik» резец расточной TNMX 16 04 08-WMX «Sandvik»	Штангенцир куль ШЦ-1 ГОСТ166- 89, нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	Патрон трехкулач- ковый ГОСТ2435 1-80
015	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS	Резец токарный	Штангенцир куль ШЦ-1	Оправка кулачковая

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		GT10	контурный TNMG 16 04 04-KF "Sandvic" Резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF "Sandvik" Резец канавочный расточной N123G2- 0300-0002- CM «Sandvik»	ГОСТ166- 89, нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	
020	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF "Sandvik" Резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF	Штангенцир куль ШЦ-1 ГОСТ166- 89, нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	Оправка кулачковая

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			"Sandvik" Резец канавочный расточной N123G2- 0300-0002- CM «Sandvik»		
025	Сверлильная	Вертикаль- ный обрабатываю- щий центр HAAS VF 1	Сверло спиральное R841-1750- 30-A1A "Sandvik" Сверло спиральное R841-0500- 30-A1A "Sandvik" Развертка 830B- E06D1000H7 S12 "Sandvik" Фреза резьбовая R217.14C045 100AC13N"S andvik"	Калибр, нутромер НМ-50 ГОСТ10-88	Оправка цанговая
030	Токарная	Токарный с	Резец	Скоба	Оправка с

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		ЧПУ HAAS GT10	токарный контурный специальный BK6 Резец токарный расточной специальный BK6	рычажная CP ГОСТ11098- 75, нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	гофриро- ванной втулкой
035	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Резец токарный контурный специальный BK6 Резец токарный расточной специальный BK6	Скоба рычажная CP ГОСТ11098- 75, нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	Оправка с гофриро- ванной втулкой
040	Контрольная				
045	Моечная				

2.7 Проектирование технологических операций

При выборе средств технологического оснащения в качестве режущих инструментов были приняты инструменты фирмы «Sandvik Coromant» и их аналоги, поэтому наиболее эффективным решением будет назначение режимов резания по официальному каталогу данной фирмы [13].

Нормирование технологического процесса зависит от метода обработки и

применяемого инструмента. В условиях среднесерийного производства необходимо рассчитать основное время обработки T_o и штучное время $T_{шт}$. Для этого будем использовать справочные данные и рекомендации [3, 15].

Результаты вычислений сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания и нормы времени

Номер операции	Переход	Подача S_o , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Частота вращения шпинделя n , об/мин	Основное время T_o , мин	Штучное время $T_{шт}$, мин
005	1	0,55	305	450	0,7	1,1
	2	0,45	360	1600		
010	1	0,55	305	450	0,54	0,85
	2	0,45	360	1450		
015	1	0,30	250	360	0,82	1,31
	2	0,15	300	1300		
	3	0,12	150	650		
020	1	0,30	250	800	0,5	0,81
	2	0,15	300	1200		
	3	0,12	150	580		
025	1	0,5	150	2700	0,21	0,3
	2	0,2	100	6300		
	3	1,2	150	2600		
	4	1,0	80	5600		
030	1	0,12	530	780	0,67	0,94
	2	0,1	450	1900		
035	1	0,1	450	1800	0,38	0,69

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Рассмотрим возможность проектирования приспособления для токарной чистовой операции. Основной трудностью на данной операции является обеспечение принятой схемы базирования и надежного закрепления заготовки. Поэтому необходимо провести проектирование соответствующего приспособления. Эскиз операции представлен на рисунке 3.1.

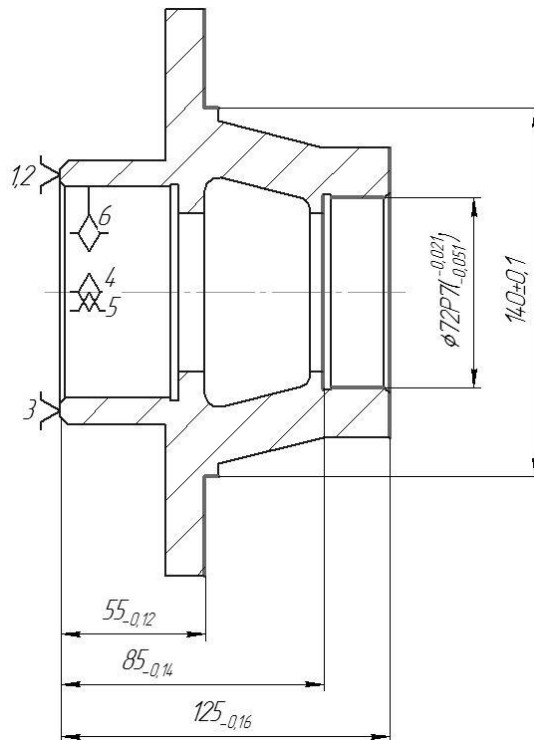


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

В качестве приспособления, исходя из схемы базирования и размеров заготовки, выбираем оправку с гофрированной втулкой.

Проектирование проводим на основании методики [16] с использованием справочных данных [17, 18].

Исходя из размеров базовой поверхности заготовки, выбираем геометрические параметры гофрированной втулки, представленной на рисунке 3.2.

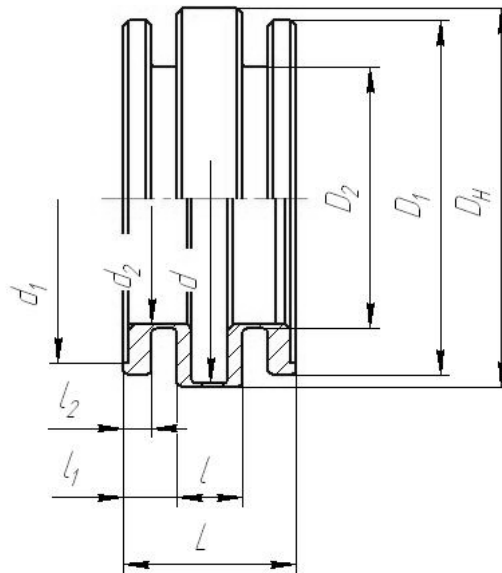


Рисунок 3.2 - Геометрические параметры втулки

Размеры тонкостенной втулки: $D_1=56,5h9$ мм, $D_2=37,7h6$ мм, $d_1=51,5H9$ мм, $d_2=36H4$ мм, $L=34$ мм, $l=13$ мм, $l_1=10,5$ мм, $l_2=5,5$ мм, $l_3=6$ мм.

Определим наружный диаметр гофрированной втулки:

$$D_H = d_3 - \Delta_{ГАП} \quad (3.1)$$

где d_3 - диаметр заготовки;

$\Delta_{ГАП}$ - гарантированный зазор.

$$D_H = 80 - 0,030 = 79,97 \text{ мм.}$$

Номинальный диаметр центральной расточки:

$$d = D_H - 2h \quad (3.2)$$

$$d = 79,97 - 2 \cdot 1,1 = 77,77 \text{ мм.}$$

Приращение наружного диаметра:

$$\Delta D_H = \delta D_H + \delta d_3 + \Delta_{ГАП} \quad (3.3)$$

где δD_H - допуск на наружный диаметр втулки;

δd_3 - допуск на диаметр заготовки;

$\Delta_{ГАР}$ - гарантированный зазор.

$$\Delta D_H = 0,005 + 0,039 + 0,030 = 0,074 \text{ мм.}$$

Определи силовые характеристики.

Осевое сжимающее усилие, которое нужно приложить к втулке для установки заготовки:

$$P_3 = \frac{D_H}{x} \quad (3.4)$$

где x - расчетный коэффициент.

$$P_3 = \frac{74,97}{0,0072} = 10413 \text{ Н.}$$

Далее необходимо провести проверку силовых характеристик оправки.

Гарантированный крутящий момент, передаваемый оправкой:

$$M_{кр.гар.} = 1,5\pi d_3^2 P_3 n 10^{-4} \quad (3.5)$$

где n – число втулок.

$$M_{кр.гар.} = 1,5\pi \cdot 80^2 \cdot 10413 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 31389 \text{ Н·мм.}$$

Должно выполняться условие:

$$M_{кр.гар.} \geq K \cdot M_{кр} \quad (3.6)$$

где K – коэффициент запаса.

$$K \cdot M_{кр} = 2,5 \cdot 3500 = 8750 \text{ Н·мм.}$$

$31389 \geq 8750$ - условие выполняется.

Для создания исходного усилия необходимо рассчитать диаметр поршня по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.7)$$

где P - избыточное давление рабочей среды;

d – диаметр штока.

Для пневмоцилиндра получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 10413}{0,4} + 40^2} = 118 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня 120 мм.

Погрешность установки в приспособлении определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{PP}^2} \quad (3.8)$$

где ε_B - погрешность базирования;

ε_3 - погрешность закрепления;

ε_{PP} - погрешность элементов приспособления.

Для расчета погрешностей элементов приспособления необходимо составить соответствующую схему (рисунок 3.3).

Из схемы определяем:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.9)$$

где Δ_1 – погрешность, возникающая вследствие неточности изготовления втулки;

Δ_2 - погрешности из-за колебания зазора в сопряжении;

Δ_3 – погрешность из-за неточности изготовления посадочного отверстия.

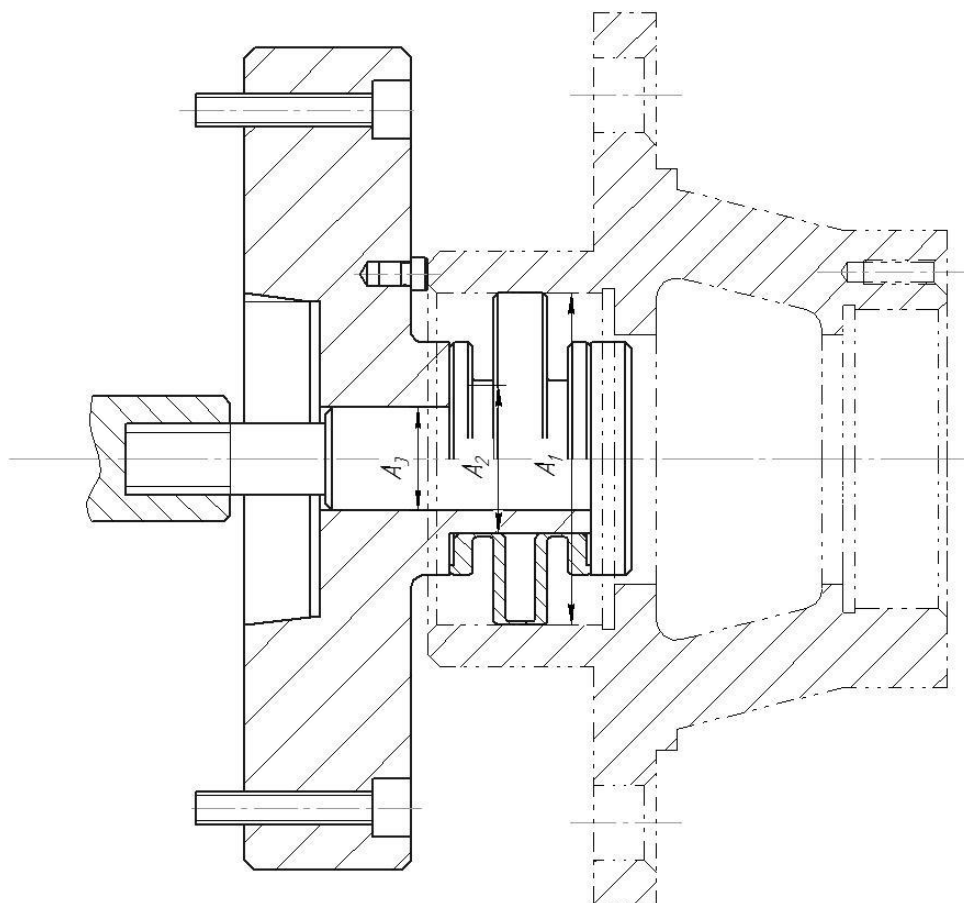


Рисунок 3.3 - Схема погрешностей элементов приспособления

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,012^2 + 0,014^2 + 0,010^2} = 0,008 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность приспособления согласно данным [16] составляет $\varepsilon_y^{доп} = 0,009 \text{ мм.}$

Условие $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{доп}$ выполняется. Оправка удовлетворяет заданной точности.

Данное приспособление состоит из корпуса 1, на который жестко крепится втулка 3. Для зажима служит плунжер 2, который через шток 4 связана с пневмоцилиндром, внутри которого располагается поршень 8. Для подвода и отвода рабочей жидкости в корпусе 11 и крышке 12 муфты пневмоцилиндра имеются отверстия. Пневмоцилиндр крепится на выходной конец шпинделя.

Приспособление работает следующим образом.

После установки заготовки на втулку воздух подается в правую полость пневмоцилиндра. Поршень, передвигаясь влево через шток и плунжер, деформирует втулку, происходит центрирование и закрепление заготовки. При

подаче воздуха в левую полость, поршень возвращается в исходное положение передвигая шток и плунжер в исходное положение, при этом гофрированная втулка возвращается в исходное положение, происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Режущий инструмент будем проектировать для токарной чистовой операции. Данная операция является окончательной и инструмент для нее достаточно дорогостоящий. Для снижения стоимости операции предлагается вместо импортного инструмента применить инструмент с отечественными режущими пластинами. Однако такой инструмент обладает низкой надежностью крепления режущих пластин и недостаточной жесткостью, что не дает в полной мере использовать все преимущества используемого оборудования и снижает производительность обработки.

Данную проблему устраним применением резца с креплением через систему втулок, согласно рекомендаций [19].

Расчет режущего инструмента будем производить по методике изложенной в [20].

Для определения параметров проектируемого резца необходимо рассчитать сечение срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S \quad (3.10)$$

где t – глубина резания;

S – подача.

$$F = t \cdot S = 0,5 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ мм}^2.$$

В соответствии с полученными данными принимаем размеры резца согласно данных [21]:

- рабочая высота резца $H=25$ мм;
- ширина державки 20 мм;

- длина резца $L=140$ мм.

Для обеспечения надежности крепления режущей пластины проведем расчет минимально допустимого диаметра болта для крепления пластины. Для этого используем формулу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}} \quad (3.11)$$

Усилие, действующее на болт:

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.12)$$

где $P_{z \max}$ - максимальное значение главной составляющей силы резания.

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Кроме того, предлагается подвергать режущую пластину лазерному воздействию на основании данных исследований [22]. Такое решение позволит получить параметры режущей пластины сопоставимые с применяемыми на других операциях пластинами фирмы «Sandvik».

Чертеж спроектированного резца представлена на листе графической части работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологиче ский процесс	Технолог ическая операция, вид выполняе мых работ	Наименова ние должности работника, выполняю щего технологич еский процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособле ние	Материалы, вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Чугун СЧ- 18, СОЖ
2	Сверление	Сверлиль ная операция	Оператор станков с ЧПУ	Вертикальный обрабатывающ ий центр HAAS VF 1	Чугун СЧ- 18, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно- технологическая и/или эксплуатационно- технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки,	Токарный с ЧПУ HAAS GT10

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда	
2	Сверлильная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки,	Вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF 1

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда	

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Проведение инструктажей по охране труда; обучение персонала безопасным приемам работы; применение ограждающих	Каска защитная

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		устройств; нанесение знаков безопасности	
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Проведение инструктажей по охране труда; обучение персонала безопасным приемам работы; применение ограждающих устройств; применение устройств автоматического отключения и автоматической сигнализации; нанесение знаков безопасности	Каска защитная, очки защитные
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Проведение инструктажей по охране труда; обучение персонала безопасным приемам работы; применение ограждающих устройств	Спецодежда, спецобувь, рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Проведение инструктажей по охране труда;	Наушники или вкладыши против шумные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		обучение персонала безопасным приемам работы; перевод оборудования на другие режимы работы; применение звукоизоляции, звукопоглощения и глушителей	
5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Проведение инструктажей по охране труда; обучение персонала безопасным приемам работы; применение систем защитного заземления, защитного отключения, нанесение знаков безопасности	Спецодежда, спецобувь, диэлектрический коврик
6	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Проведение инструктажей по охране труда; обучение персонала безопасным приемам работы	Перчатки с полимерным покрытием, комбинированные рукавицы, спецодежда, спецобувь
7	Монотонность труда	Соблюдение графика	

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		регламентированных перерывов	

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделе ние	Оборудован ие	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующи е проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механичес- кой обработки	Токарный с ЧПУ HAAS GT10 Вертикаль- ный обрабатыва ющий центр HAAS VF 1	Пожары, связанные с воспламенени ем и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентра- ция токсичных продуктов	Образующие ся в процессе пожара осколки, части разрушив- шихся технологи- ческих установок, производст- венного и

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
				горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).	инженерно-технического оборудования; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования.

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки систем пожаротушения	Средства пожаротушения автоматизированные	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Пожарные щиты огнетушители, пожарные кра-ны, ящики с песком	Пожарные автомо-били, пожарные автоцистерны пожарные лестницы	Установки автоматического пожаротушения	Автоматические средства оповещения о пожаре пожарные извещатели	Пожарные гидранты, пожарные краны, пожарные пеносмесители	Огнестойкие накидки, самоспасатели, респираторы, противогазы	Крюки, ломы, багры, топоры, лопаты, механизированный инструмент для резки и перекусывания конструкций	Автоматическая пожарная сигнализация

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Токарная, Токарный с ЧПУ HAAS GT10; Сверлильная, Вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF 1	Инструктажи по пожарной безопасности, контроль эксплуатации и содержания оборудования, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Соблюдение мер пожарной безопасности, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов,

результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Токарная	Токарный станок ЧПУ HAAS GT10	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь
Сверлильная	Вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF 1	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Токарная операция, Сверлильная операция
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение центробежного фильтра
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение решеток, песколовков, механических фильтров, отстойников, нефтеловушек, установок флотационной и физико-химической очистки, контроль состава сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переработка стружки, утилизация ветоши на мусороперерабатывающих заводах, вывоз прочих отходов на полигон

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления стакана привода гидронасоса, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления стакана привода гидронасоса, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

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.

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Стакан привода гидронасоса». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операции 030 и 035 – Токарные	
Оборудование – токарно-винторез-ный станок с ЧПУ, модель 16K20Ф3. Оснастка – оправка цанговая с ручным зажимом. Инструмент – резец контурный ВК6, стойкость инструмента 20 мин.	Оборудование – токарный станок с ЧПУ, модель HAASGC-10. Оснастка – оправка с гофрированной втулкой, механизированная. Инструмент – резец контурный ВК6 после лазерной обработки, стойкость инструмента 40 мин.
Материал детали – Чугун СЧ18 – литье.	
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся другие параметры, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_{Г}, шт.$	6000	6000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}^{030}, мин.$	1,22	0,94
		$T_{маш}^{030}, мин.$	0,87	0,67
		$T_{шт}^{035}, мин.$	0,9	0,69
		$T_{маш}^{035}, мин.$	0,5	0,38

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их предложения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [24], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг».

Далее, применяя программное обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

– капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, а также затраты на проектирование, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 78597,61$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

– полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 27,82$ руб., $C_{ПОЛН(ПР)} = 21,1$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все выше перечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [24] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛН(БАЗ)} - C_{ПОЛН(ПР)}) \cdot П_{Г} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (27,82 - 21,1) \cdot 6000 = 40320 \text{ руб.}$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$Н_{ПРИБ} = 40320 \cdot 0,2 = 8064 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - Н_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = 40320 - 8064 = 32256 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (5.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{78597,61}{32256} + 1 = 3,44 = 4 \text{ года}$$

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T П_{Р.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 32256 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 92123,14 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \text{ руб.} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = 92123,14 - 78597,61 = 13525,52 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (5.7)$$

$$ИД = \frac{92123,14}{78597,61} = 1,17 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений токарных операций 030 и 035 технологического процесса изготовления детали «Стакан привода гидронасоса». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости на 24,16%, в размере 32256 руб., а также достичь экономического эффекта величиной 13525,52 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был спроектирован технологический процесс изготовления стакана привода гидронасоса, который позволил обеспечить выпуск годовой программы при обеспечении качества изготовления деталей и сроков изготовления.

Этого удалось добиться благодаря использованию при проектировании множества типовых решений, современного высокопроизводительного оборудования, режущего инструмента и оснастки.

Также для совершенствования токарных операций тонкого точения было спроектировано специальное станочное приспособление и режущий инструмент. Станочное приспособление позволило надежно закрепить деталь и сократить время на обработку за счет механизации зажима. Режущий инструмент позволил заменить дорогостоящий импортный аналог на более дешевый инструмент, при сохранении заданного качества обработки и режимов резания.

Правильность принятых решений подтверждена соответствующими экономическими расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 www.metallichekiy-portal.ru
- 2 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
- 3 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
- 4 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
- 5 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
- 6 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
- 7 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.
- 8 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. Высш. шк. 2007 г.
- 9 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 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.

12 www.int.haascnc.com

13 www.sandvik-coromant.ru

14 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

15 Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

16 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

17 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

18 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

19 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

20 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

21 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

22 Григорьев, С.Н. Комплексное модифицирование поверхности карбидного инструмента легированием NbHfTi с последующим нанесением износостойкого покрытия (TiAl)N:Трение и износ / С.Н. Григорьев, С.В. Федоров, М.Д. Павлов, А.А. Окунькова, Йе Мин Со.-Том 34,№1, 2013, 599-605с

23 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

24 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			16.07.ТМ.607.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
						Детали		
Сред. №	A3		1		16.07.ТМ.607.008.001	Корпус	1	
	A4		2		16.07.ТМ.607.008.002	Плунжер	1	
	A4		3		16.07.ТМ.607.008.003	Втулка гофрированная	1	
	A4		4		16.07.ТМ.607.008.004	Тяга	1	
	A2		5		16.07.ТМ.607.008.005	Корпус пневмоцилиндра	1	
	A4		6		16.07.ТМ.607.008.006	Шток	1	
	A4		7		16.07.ТМ.607.008.007	Крышка пневмоцилиндра	1	
	A4		8		16.07.ТМ.607.008.008	Поршень	1	
	A4		9		16.07.ТМ.607.008.009	Муфта	1	
	A4		10		16.07.ТМ.607.008.010	Крышка муфты передняя	1	
	A4		11		16.07.ТМ.607.008.011	Корпус муфты	1	
	A4		12		16.07.ТМ.607.008.012	Крышка муфты задняя		
Инд. № подл.								
						Стандартные изделия		
			13			Кольцо ГОСТ2833-77	1	
			14			Винт М5х20 ГОСТ17476-84	4	
			15			Винт М5х20 ГОСТ17476-84	4	
			16			Винт М8х30 ГОСТ17476-84	4	
			17			Опора 13440-68	3	
			18			Винт М8х15 ГОСТ1479-93	1	
Инд. № подл.						16.07.ТМ.607.008.000		
	Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата		
	Разраб.	Локтев					Лит.	Лист
	Пров.	Щипанов					Д	1
	Н.контр.	Виткалов					Листов	
	Утв.	Бадровский					2	
Оправка с гофрированной втулкой							ТГУ, ТМдз-1132	

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A2			16.07.ТМ.607.010.000.СБ	Сборочный чертеж			
Подп. и дата		A3	1		16.07.ТМ.607.010.001	Державка резца	1		
		A4	2		16.07.ТМ.607.010.002	Втулка	1		
		A4	3		16.07.ТМ.607.010.003	Клин	1		
Взам. инв. №			4			Пластина режущая трехгранная 01125 ГОСТ 19046-80	1		
Подп. и дата			5			Винт М5х50 ГОСТ17473-80	1		
Инв. № подл.			6			Гайка М5 ГОСТ10605-94	1		
					16.07.ТМ.607.010.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Локтев				Резец токарный		Лит.	Лист	Листов
Проб.	Щипанов						Д		1
Н.контр.	Виткалов						ТГУ, ТМдз-1132		
Утв.	Бабровский								

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

[illegible]

А		Цех	Уд	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа									
Б		Код наименования обработки				СМ	граф.	Р	УТ	КР	КОМП	ЕН	ОП	Кшт	Тноз	Тшт
0 19		128,24 ₀₄														
T20		396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец контурный специальный SNMG160612-KR														
T 21		GC 3210 «Sandvik» 392190 Резец расточной TNMX 16 04 08-WMX GC 3210 «Sandvik»; 393311														
T 22		Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.														
23																
A 24		XX XX XX 015 4110 Токарная														
Б 25		381101 Токарный HAAS GT10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 131														
0 26		Точить поверхность 1 8, 9, 25, 26, 27 в размер $\phi 71,269^{+0,12}_{-0,12}$, $\phi 74_{0,3}$, $\phi 140,72_{0,16}$, 56,9 _{0,12} , 81,92 _{0,11} .														
0 27		126,96 _{0,16} , 3 _{+0,1}														
T 28		396190 Оправка кулачковая; 392190 Резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF GC3215 "Sandvic";														
T 29		392190 Резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF GC3215 "Sandvic"; 392135 Резец канавочный														
T 30		расточной N123G2-0300-0002-СМ GC 4225 «Sandvik»; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89;														
T 31		393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.														
32																
A 33		XX XX XX 020 4110 Токарная														
Б 34		381101 Токарный HAAS GT10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 081														
0 35		Точить поверхность 15, 16, 17, 18 в размер $\phi 79,45^{+0,12}_{-0,12}$, $\phi 82^{+0,35}_{-0,35}$, 81,3 _{0,12} , 125,68 _{0,16} , 3 _{+0,1} , 1 _{+0,1} x45°.														
T 36		396190 Оправка кулачковая; 392190 Резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF GC3215 "Sandvic";														
T 37		392190 Резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF GC3215 "Sandvic"; 392135 Резец канавочный														
T 38		расточной N123G2-0300-0002-СМ GC 4225 «Sandvik»; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89;														
T 39		393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.														
40																
A 41		XX XX XX 025 4120 Сверлильная														
МК																

[illegible]

Обозначение документа																
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клм	Тпоз	Тшт
Б	Код наименования оборудования															
А 65	XX XX XX 045					Контрольная										
66																
67																
68																
69																
70																
71																
72																
73																
74																
75																
76																
77																
78																
79																
80																
81																
82																
83																
84																
85																
86																
87																
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

[illegible]

[illegible]