

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 Казакова Александра Николаевна гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса кулачковой оправки
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 5000 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

Казакова А.Н. Технологический процесс изготовления корпуса кулачковой оправки. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2016 г.

В процессе проектирования технологического процесса изготовления корпуса кулачковой оправки производится описание исходных данных, на основе которых ставятся основные задачи работы. В технологической части работы производится выбор заготовки, выбор методов обработки поверхностей, выбор средств технологического оснащения, разработка схем базирования, проектирование технологических операций и разработка плана изготовления детали. Для операций требующих усовершенствований разработаны приспособление и режущий инструмент. Проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта. Рассчитана экономическая эффективность работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы.....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	10
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	11
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута.....	19
2.6 Разработка плана изготовления детали.....	19
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.8 Проектирование технологических операций.....	25
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	29
3.1 Проектирование приспособления	29
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	37
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	37
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	41
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	48
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического	

объекта».....	50
5 Экономическая эффективность работы.....	52
Заключение.....	56
Список использованных источников.....	57
Приложения.....	60

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

При серийности производства, начиная от среднесерийного применяются в основном механизированные приспособления. Основным преимуществом таких приспособлений является снижение вспомогательного времени, что позволяет повысить производительность обработки по сравнению с приспособлениями с ручным зажимом, а в ряде случаев и точность обрабатываемых поверхностей. Кроме того, при применении приспособления в массовом производстве, к технологическому оборудованию и оснастке предъявляются особые требования по надежности, так как выход из строя одного элемента технологической системы приведет к остановке всей системы и дополнительным затратам.

Технология изготовления корпуса должна обеспечить высокую долговечность эксплуатации и максимальное снижение затрат на изготовление. Поэтому целью данной выпускной квалификационной работы является разработка перспективного технологического процесса изготовления корпуса кулачковой оправки заданного качества в установленном количестве в указанные сроки с наименьшими затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Основным назначением корпуса является размещение в нем и закрепление механизмов привода зажима и непосредственно зажимного механизма. Корпус соединяется с крышкой, которая закрепляется на столе станка. В процессе работы рассматриваемая деталь не испытывает серьезных нагрузок, однако возможны нагрузки от возникновения вибраций в технологической системе. Рабочая среда является умеренно агрессивной, так как механизм работает в условиях закрытого производственного помещения, но происходит непосредственный контакт с окружающей средой некоторых поверхностей, поэтому возможно попадание на них смазочно-охлаждающей жидкости, масла и стружки.

1.2 Описание технологичности детали

Технологичность детали оценивается по методике [1].

Материал корпуса чугун СЧ-15 ГОСТ1412-85 имеет следующие механические характеристики [2]: предел прочности на растяжение $\sigma_B=98$ МПа, предел текучести $\sigma_T=60$ МПа, предел прочности на сжатие $\sigma_B=700$ МПа, предел текучести $\sigma_T=80$ МПа, предел прочности на кручение $\sigma_B=300$ МПа, предел текучести $\sigma_T=70$ МПа, предел прочности на изгиб $\sigma_B=300$ МПа, предел текучести $\sigma_T=65$ МПа, Относительное удлинение 1%, относительное сжатие 1%.

Обрабатываемость резанием, оценивается коэффициентом обрабатываемости, который при обработке твердосплавным инструментом $k_o=1,45$, при обработке быстрорежущим инструментом $k_o=1,2$.

Данные механические характеристики обеспечивают нормальную работу корпуса.

Исходя из формы детали и материала в качестве заготовки целесообразно применять методы литья [3].

Из проведенного анализа видно, что с точки зрения получения заготовки деталь можно считать технологичной.

Конструкция корпуса достаточно сложная, ступенчатая, имеется большое количество отверстий, расположенных относительно друг друга определенным образом. Это усложняет механическую обработку и увеличивает количество технологических переходов, но с точки зрения функционального назначения детали такая конструкция оптимальна.

Кроме того, в конструкции корпуса используются размеры из нормального ряда чисел и стандартные унифицированные элементы, что существенно упрощает механическую обработку. Поэтому конструкцию корпуса можно считать технологичной.

При базировании заготовки на операциях механической обработке, судя по ее конфигурации, могут быть соблюдены принципы единства и постоянства баз.

За черновые базы можно принять наружные поверхности. За чистовые базы можно принять внутренние цилиндрические поверхности. Для более детальной разработки схем базирования необходимо провести систематизацию поверхностей по их назначению. В общем случае с точки зрения базирования корпус является технологичным.

Исходя из точностных характеристик поверхностей механической обработке нужно подвергнуть все поверхности детали. С точки зрения объемов обработки это не оптимальное решение, но с точки зрения конструкции детали изменение характеристик поверхностей невозможно без потери эксплуатационных свойств корпуса, следовательно, данное решение является единственно возможным.

Следует заметить, что поверхности с различными характеристиками разделены канавками, это облегчит их обработку.

Таким образом, с точки зрения обрабатываемых поверхностей, деталь следует считать технологичной.

Из проведенного анализа можно сделать вывод о достаточно высокой технологичности корпуса.

1.3 Систематизация поверхностей детали

Как отмечалось ранее для проведения качественной разработки схем базирования и выявления поверхностей, при обработке которых необходимо обратить особое внимание необходимо провести систематизацию поверхностей по их назначению. Для этого нам необходимо выполнить эскиз детали с пронумерованными поверхностями (рисунок 1.1).

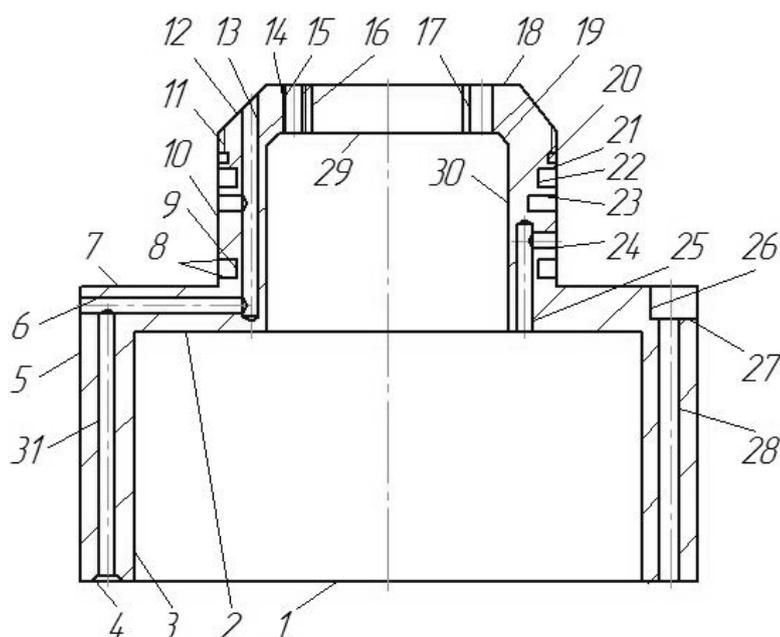


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

Затем все поверхности делим на основные конструкторские базы, вспомогательные конструкторские базы, исполнительные и свободные (таблица 1.1). Полученную классификацию следует учитывать при механической обработке и базировании корпуса.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	1, 3
Вспомогательная конструкторская база	7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 27, 30
Исполнительная поверхность	3, 16, 18, 30
Свободные поверхности	Все оставшиеся поверхности

1.4 Задачи работы

Поставленная во введении цель работы и проведенное описание исходных данных позволяют сформулировать ряд задач, которые необходимо будет решить в процессе выполнения работы.

Во-первых, необходимо выбрать способ получения заготовки и провести ее проектирование. Во-вторых, необходимо спроектировать маршрутно-операционную технологию технологического процесса. При этом следует учесть имеющиеся типовые решения и последние достижения в области технологии машиностроения. В-третьих, для лимитирующих операций необходимо провести их модернизацию путем применения специальных станочных приспособлений и режущего инструмента. Также необходимо произвести разработку мероприятий по безопасности и экологичности технического объекта и произвести расчет экономической эффективности работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

Тип производства зависит, прежде всего, от номенклатуры выпускаемых изделий и годового объема их выпуска. На начальной стадии проектирования тип производства с достаточной степенью достоверности можно определить по рекомендациям [4] по объему выпуска детали и ее массе.

В данном случае при годовой программе выпуска в 5000 штук в год и массе детали равной 16,61 кг тип производства среднесерийный.

Исходя из этого определяются характеристики производства [4]. Исходя из их анализа делаем выводы, что в нашем случае необходимо разработать маршрутно-операционную технологию изготовления корпуса, при этом желательно применение универсальных средств технологического оснащения и оборудования оснащенного числовым программным управлением. при проектировании техпроцесса необходимо использовать уже известные решения и типовые техпроцессы изготовления деталей данной группы. Все это существенно повысит качество проектирования и сократит затраты на разработку.

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Как отмечалось ранее в качестве заготовки целесообразно применять литье в землю или литье в кокиль.

На стадии проектирования технологических процессов оптимальный вариант заготовки можно определить используя методику [3]. Согласно ей лучшим является тот способ получения заготовки, который обеспечивает минимальную технологическую себестоимость изготовления детали::

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q_{\text{с}}) - C_{ОТХ} (Q - q_{\text{с}}) \quad (2.1)$$

где C_T - технологическая себестоимость изготовления детали;

$C_{ЗАГ}$ - стоимость одного кг заготовки;

C_{MEX} - стоимость механической обработки, отнесенная к одному кг срезанной стружки;

$C_{ОТХ}$ - цена одного кг отходов.

Масса детали определяется согласно формуле:

$$q = V \cdot \rho \quad (2.2)$$

где V – объем детали;

ρ – плотность материала.

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,230^2 \cdot 0,110 + 0,125^2 \cdot 0,075 - 0,189^2 \cdot 0,093 - 0,090^2 \cdot 0,074 - 0,056^2 \cdot 0,018 - 0,008^2 \cdot 0,018 \cdot 0,006 - 0,007^2 \cdot 0,110 \cdot 0,005) \cdot 0,72\right) = 16,61 \text{ кг.}$$

Масса заготовки определяется согласно формуле:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.3)$$

где M_o – масса детали;

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

Для заготовки полученной литьем в землю получаем

$$Q_1 = 16,61 \cdot 1,4 = 23,25 \text{ кг.}$$

Для заготовки полученной литьем в кокиль $Q_2 = 16,61 \cdot 1,3 = 21,59 \text{ кг.}$

Затраты на механическую обработку:

$$C_{MEX} = C_c + E_H \cdot C_k \quad (2.4)$$

где C_c - текущие затраты на один кг стружки;

C_k - капитальные затраты на один кг стружки;

E_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

$$C_{MEX1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовок определяем по формуле:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\text{п}} \quad (2.5)$$

где $C_{\text{от}}$ - базовая стоимость одного кг литых заготовок;

h_T - коэффициент точности отливок;

h_M - коэффициент марки материала;

h_C - коэффициенты, зависящий от группы сложности отливок;

h_B - коэффициент массы отливок;

$h_{\text{п}}$ - коэффициент объема производства.

$$C_{\text{заг1,2}} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ руб.}$$

Тогда себестоимости изготовления детали для каждого из методов получения заготовки равны:

$$\tilde{N}_{\text{о1}} = 50,28 \cdot 23,25 + 4,6 \cdot \left(\left(3,25 - 16,61 \right)^{-1,4} \cdot \left(3,25 - 16,61 \right) \right) = 1190,26 \text{ руб.}$$

$$\tilde{N}_{\text{о2}} = 50,28 \cdot 21,59 + 4,6 \cdot \left(\left(1,59 - 16,61 \right)^{-1,4} \cdot \left(1,59 - 16,61 \right) \right) = 1101,48 \text{ руб.}$$

Из проведенных расчетов видно, что более выгоден метод получения заготовки литьем в кокиль.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей выбираем в зависимости от заданных качеств точности и шероховатости поверхностей, используя рекомендации [5].

При этом следует учесть, что желательно использовать типовые методы обработки такие как точение, шлифование, фрезерование и т.п. Это связано с типом производства.

Также, следует учесть, что не все методы обработки применимы для чугуна, что связано с особенностью его химического состава.

Для наглядности полученные результаты сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ пов.	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Последовательность обработки
1	2	3	4	5
1	П	10	3,2	Т-Тч-ТТ
2	ПВ	12	12,5	Т
3	ЦВ	8	1,25	Т-Тч-ТТ
4	КВ	12	12,5	С
5	Ц	12	12,5	Т
6	ЦВ	12	12,5	С
7	П	10	0,32	Т-Тч-ТТ
8	ПВ	10	3,2	Тч
9	ЦВ	12	12,5	Тч
10	Ц	8	0,32	Т-Тч-ТТ
11	Р	10	12,5	РН
12	К	12	12,5	Т
13	ЦВ	12	12,5	С
14	Р	10	12,5	РН
15	ЦВ	12	12,5	С
16	ЦВ	8	1,25	Т-Тч-ТТ
17	ЦВ	12	12,5	С
18	П	10	1,25	Т-Тч-ТТ
19	КВ	12	12,5	Т
20	ЦВ	12	12,5	Тч
21	ЦВ	10	3,2	Тч
22	ЦВ	12	12,5	Тч
23	ЦВ	10	3,2	Тч
24	ЦВ	12	12,5	С
25	ЦВ	12	12,5	С

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
26	ЦВ	12	12,5	Ф
27	ЦВ	12	12,5	Ф
28	ЦВ	12	12,5	С
29	ПВ	12	12,5	Т
30	ЦВ	7	1,25	Т-Тч-Тт
31	ЦВ	12	12,5	С

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

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Припуск на обработку поверхностей определяются исходя из ее назначения. для самых точных поверхностей необходимо применять расчетно-аналитический метод [6]. Для примера приведем определение припусков для обработки одной из самых точных поверхностей $\varnothing 90H7(+0,035)$.

Минимальное значение припуска определяем по формуле:

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

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.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,6^2 + 0,025^2} = 0,9$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,09^2 + 0,02^2} = 0,763$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,09 + \sqrt{0,035^2 + 0,02^2} = 0,13$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле:

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 0,9 + 0,5 \cdot (0,4 + 0,35) = 2,275$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,35 + 0,14) = 0,537$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,13 + 0,5 \cdot (0,14 + 0,035) = 0,218$$

Среднее значение припуска определяем по формуле:

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

$$Z_{\bar{\delta}1} = \sqrt{Z_{1\max} + Z_{1\min}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{2,275 + 0,9} \cdot \sqrt{2} = 1,588$$

$$Z_{\bar{\delta}2} = \sqrt{Z_{2\max} + Z_{2\min}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,537 + 0,292} \cdot \sqrt{2} = 0,896$$

$$Z_{\bar{\delta}3} = \sqrt{Z_{3\max} + Z_{3\min}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,218 + 0,13} \cdot \sqrt{2} = 0,171$$

Определяем предельные размеры по формулам:

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

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

Расчет начинаем с последнего перехода.

$$D_{3\max} = 90,035$$

$$D_{3\min} = 90,000$$

$$D_{2\max} = D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 90,035 - 2 \cdot 0,13 = 89,775$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 89,775 - 0,14 = 89,635$$

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 89,775 - 2 \cdot 0,292 = 89,191$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 89,191 - 0,35 = 88,841$$

$$D_{0\max} = D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 89,191 - 2 \cdot 0,9 = 87,391$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 87,391 - 2,4 = 84,991$$

Определяем средние значения размера по формуле:

$$D_{i\text{cp}} = \sqrt{D_{i\max} + D_{i\min}} \quad (2.11)$$

$$D_{\bar{n}0} = \sqrt{D_{0\max} + D_{0\min}} = \sqrt{87,391 + 84,991} = 86,191$$

$$D_{\bar{n}1} = \sqrt{D_{1\max} + D_{1\min}} = \sqrt{89,191 + 88,841} = 89,016$$

$$D_{\bar{n}2} = \sqrt{D_{2\max} + D_{2\min}} = \sqrt{89,775 + 89,635} = 89,705$$

$$D_{\bar{n}3} = \sqrt{D_{3\max} + D_{3\min}} = \sqrt{90,035 + 90,00} = 90,018$$

Определяем общий припуск на обработку по формулам:

$$2Z_{\min} = D_{3\min} - D_{0\max} \quad (2.12)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_3 \quad (2.13)$$

$$2Z_{\text{cp}} = \sqrt{2Z_{\min} + 2Z_{\max}} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\min} = 90,000 - 87,319 = 2,681$$

$$2Z_{\max} = 2,681 + 2,4 + 0,03 = 5,111$$

$$2Z_{\text{cp}} = 0,5 \cdot \sqrt{2,681 + 5,111} = 3,896$$

Припуски на обработку поверхностей с точностью ниже 7 качества поверхностей определяем согласно рекомендаций [7].

Суть данного метода заключается в том, что минимальный припуск определяется из таблиц, а все остальные расчеты аналогичны предыдущему методу

Для упрощения использования полученных данных сведем их в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку

№ пов.	Наименование перехода	Z_{min}	Z_{max}
1	Точение черновое	2,5	4,33
	Точение чистовое	1,0	1,268
	Точение тонкое	0,5	0,129
3	Точение черновое	1,0	2,83
	Точение чистовое	0,7	1,023
	Точение тонкое	0,25	0,36
7	Точение черновое	2,5	3,875
	Точение чистовое	1,0	1,245
	Точение тонкое	0,5	0,597
10	Точение черновое	2,1	3,3
	Точение чистовое	0,15	0,43
	Точение тонкое	0,11	0,222
16	Точение черновое	0,9	2,25
	Точение чистовое	0,7	0,91
	Точение тонкое	0,2	0,283
18	Точение черновое	2,5	4,33
	Точение чистовое	1,0	1,268
	Точение тонкое	0,5	0,129

Заготовка проектируется исходя из полученных данных по припускам и рекомендациям [3].

Для проектирования заготовки необходимо определить следующие данные:

- степень точности поверхности – 12;
- класс точности массы – 11;
- класс размерной точности – 9;
- ряд припусков – 6;

– дефекты формы - сдвиг не более 0,64 мм, эксцентricность отверстий не более 0,64 мм;

Чертеж заготовки представлен на листе графической части работы.

2.5 Разработка технологического маршрута

Технологический маршрут формируется исходя из типа производства на основе типовых маршрутов [8, 9, 10]. При этом следует учитывать специфику детали и ряд рекомендаций [5].

разработанный маршрут обработки представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки корпуса

№	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Наименование операции
1	Точение	7, 10, 12, 18	005	Токарная
2	Точение	1, 2, 3, 5, 19, 29	010	Токарная
3	Точение	7, 8, 9, 10, 11, 16, 18, 23	015	Токарная
4	Точение	1, 3	020	Токарная
5	Сверление, фрезерование, резбонарезание	13, 14, 15, 17, 26, 27	025	Сверлильная
6	Сверление	6, 24	030	Сверлильная
7	Сверление	4, 28, 31	035	Сверлильная
8	Точение	7, 10, 16, 18	040	Токарная
9	Точение	1, 3, 30	045	Токарная
10	Мойка	все	050	Моечная
11	Контроль	все	055	Контрольная

2.6 Разработка плана изготовления детали

Данный этап заключается в формировании технологического процесса изготовления детали, в форме графического изображения маршрута обработки

с указанием на каждой операции типа оборудования, схемы базирования, операционных размеров и технологических требований [5].

Особое внимание при его разработке следует уделять схемам базирования. Как отмечалось ранее, необходимо соблюдать принципы единства и постоянства баз, а также соблюдать ряд других рекомендаций [9].

При назначении технологических требований необходимо воспользоваться справочными данными и рекомендациями, представленными в [11].

Спроектированный план изготовления входит в графическую часть работы.

2.7 Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения заключается в определении для каждой операции технологического процесса оборудования, режущего инструмента, средств контроля и станочных приспособлений.

Для грамотного проведения данного этапа необходимо учесть тип производства и соответствующие ему рекомендации [1, 7]. При выборе конкретных моделей средств технологического оснащения необходимо воспользоваться каталогами фирм изготовителей и справочными данными [12, 13, 14, 15, 16]. Результаты выбора приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование	Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарно-винторезный с ЧПУ	Резец контурный DNMG 15 06	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89	Патрон трехкулачковый

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		SAMAT 135 NC	16-KR "Sandvik" Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik"		специаль- ный
010	Токарная	Токарно- винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец контурный DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik"	Штангенцир- куль ШЦ-III ГОСТ166- 89, нутромер НМ ГОСТ10-88	Патрон трехкулач- ковый специаль- ный
015	Токарная	Токарно- винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец токарный контурный CNMG 16 06 08-WMX GC3205 "Sandvik" Резец токарный расточной специальный	Штангенцир- куль ШЦ-III ГОСТ166- 89, нутромер НМ-80 ГОСТ10-88	Патрон трехкулач- ковый специаль- ный

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			GC3205 Резец токарный канавочный N123L2- 0700-0003- GM GC3115 "Sandvik" Резец токарный канавочный N123K2- 0600-0004- GM GC3115 "Sandvik" Резец токарный канавочный N123G2- 0350-0003- GM GC3115 "Sandvik" Резец токарный резьбовой R166.0G- 16MM02-150 GC1020		

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			"Sandvik"		
020	Токарная	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец токарный контурный CNMG 16 06 08-WMX GC3205 "Sandvik" Резец токарный расточной специальный GC3205	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89, нутромер НМ-80 ГОСТ10-88	Патрон трехкулачковый специальный
025	Сверлильная	Вертикальный обрабатывающий центр VF 320 (Fanuc)	Фреза концевая R216.24-14050GAK26 H GC1640 "Sandvik" Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 "Sandvik" Сверло спиральное R842-0840- "	Калибры	Оправка цанговая

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			30-A1A GC1640 "Sandvik" Сверло спиральное R841-0740- 30-A1A GC1640 "Sandvik" Фреза резьбовая R217.14C060 125AK17N GC1640 "Sandvik"		
030	Сверлильная	Горизонталь- ный обрабатываю- щий центр SBL 300	Сверло спиральное R842-0600- 30-A0A GC1640 "Sandvik"	Калибры	Патрон трехкулачк- овый специальн- ый
035	Сверлильная	Вертикаль- ный обрабатываю- щий центр VF 320 (Fanuc)	Сверло спиральное R842-0600- 30-A0A GC1640 "Sandvik"	Калибры	Оправка цанговая
040	Токарная	Токарно-	Резец	Скоба	Оправка

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	контурный DNMX 15 06 12-WF "Sandvik" Резец расточной DNMX 15 06 12-WF "Sandvik"	рычажная CP ГОСТ11098- 75	цанговая
045	Токарная	Токарно- винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец контурный DNMX 15 06 12-WF "Sandvik" Резец расточной DNMX 15 06 12-WF "Sandvik"	Скоба рычажная CP ГОСТ11098- 75	Патрон цанговый ГОСТ2877- 80
050	Моечная				
055	Контрольная				

2.8 Проектирование технологических операций

Назначение режимов резания на операции с использованием инструмента ф. «Sandvik» будем производить по рекомендациям каталога данной фирмы [15], для остальных операций согласно рекомендаций [17, 18, 19].

Нормирование технологического процесса производим согласно методики [1].

Штучное время определяется:

$$T_{шт} = T_o + T_с + T_{об} + T_{пер} \quad (2.15)$$

где T_o - основное время;

$T_с$ - вспомогательное время;

$T_{об}$ - время обслуживания;

$T_{пер}$ - время перерывов в работе.

Все составляющие штучного времени зависят от типа используемого оборудования и определяются согласно данных [1].

Штучно-калькуляционное время определяется:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (2.16)$$

где $T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время;

n - объем партии запуска заготовок.

Результаты вычислений сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания

Номер перехода	S_o мм/об	V м/мин	n об/мин	$L_{рх}$ мм	T_o мин	$T_{шт}$ мин
1	2	3	4	5	6	7
Операция 005 – Токарная						
1	0,5	231	320	164	1,03	1,86
2	0,5	210	1200	20	0,03	
Операция 010 – Токарная						
1	0,5	231	320	132	0,83	3,11
2	0,5	224	320	235	1,47	
Операция 015 – Токарная						

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
1	0,25	357	500	129	1,03	2,22
2	0,15	351	2000	20	0,07	
3	0,2	238	630	8	0,06	
4	0,2	231	630	12	0,1	
5	0,2	243	630	5	0,04	
6	1,5	126	320	39	0,08	
Операция 020 – Токарная						
1	0,25	357	500	22	0,18	1,92
2	0,15	347	1200	169	0,94	
Операция 025 – Сверлильная						
1	0,018	74	1600	60	0,7	2,25
2	0,1	68	3500	88	0,25	
3	0,2	72	2800	60	0,11	
4	0,2	71	3200	60	0,09	
5	0,025	85	4500	60	0,27	
Операция 030 – Сверлильная						
1	0,1	68	3500	63	0,18	0,93
2	0,1	68	3500	10	0,03	
Операция 035 – Сверлильная						
1	0,1	68	3500	102	0,3	2,86
2	0,1	68	3500	42	0,12	
3	0,1	68	3500	560	1,6	
Операция 040 – Токарная						
1	0,15	456	630	129	1,37	2,26
2	0,1	448	2500	20	0,08	
Операция 045 – Токарная						
1	0,15	456	630	22	0,23	3,77

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
2	0,1	452	630	169	2,68	

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

На операции 015 Токарной чистовой выполняется точение наружных и внутренних поверхностей по 10 качеству точности. При этом применяется приспособление с ручным зажимом, что ведет к непостоянству сил закрепления, увеличению времени на снятие и установку детали и потере точности обработки. С целью устранения данного недостатка спроектируем специальный патрон с механизированным зажимом согласно методики и справочных данных [20, 21, 22].

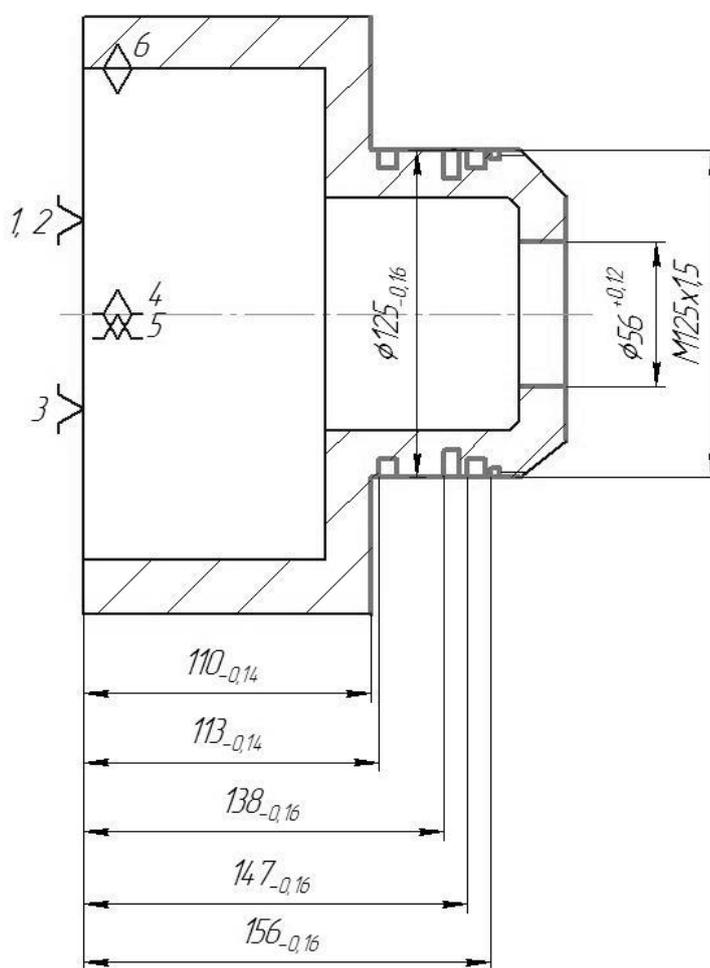


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Для расчетов необходимо определить рассчитать две составляющие силы резания P_Z и P_Y . Для этого воспользуемся данными [6]. Получаем $P_Y=197$ Н, $P_Z=492$ Н.

Для проведения расчета усилий зажима составим схему закрепления

$$W = \frac{2K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.3)$$

Коэффициент запаса равен:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.4)$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса;

K_1 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки;

K_2 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

K_3 - учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

K_4 - характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

K_5 - характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

K_6 - вводится в расчёт при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской технологической базой на опоры-штыри.

Тогда:

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 492 \cdot 230}{0,3 \cdot 189} = 7185 \text{ Н.}$$

Для тангенциальной составляющей силы резания момент равен:

$$M_p = P_Y \cdot l \quad (3.5)$$

Момент от силы зажима равен:

$$M_z = \frac{2}{3} \cdot W \cdot f \cdot d_2 \quad (3.6)$$

Получим:

$$W = \frac{1,5 \cdot K \cdot P_Y \cdot l}{f \cdot d_2} = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 197 \cdot 110}{0,3 \cdot 189} = 1445 \text{ Н.}$$

Для дальнейших расчётов принимаем наихудший случай.

Величина усилия зажима, прикладываемая к постоянным кулачкам равна:

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - \left(3 \cdot \frac{l_k}{H_k}\right) \cdot f_1\right)} \quad (3.7)$$

где l_k - вылет кулачка, расстояние от середины рабочей поверхности сменного кулачка до середины направляющей постоянного кулачка;

H_k - длина направляющей постоянного кулачка;

f - коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса.

Получаем:

$$W_1 = \frac{7185}{\left(1 - \left(3 \cdot \frac{62}{80}\right) \cdot 0,1\right)} = 9368 \text{ Н.}$$

Усилие, создаваемое силовым приводом равно:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.8)$$

где i_c - передаточное отношение по силе зажимного механизма.

Данное отношение для клинового механизма равно:

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} \quad (3.9)$$

где α - угол скоса клина;

φ - угол трения на наклонной поверхности клина;

φ_1 - угол трения на плоской поверхности клина.

Получим:

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

Тогда:

$$Q = \frac{9368}{2,1} = 4461 \text{ Н.}$$

Чтобы получить исходное усилие необходимо рассчитать диаметр поршня для рабочей полости гидроцилиндра. Расчет выполняется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.10)$$

где P - давление масла;

d – диаметр штока.

При давлении масла равного 1 МПа получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 4461}{1,0} + 30^2} = 86,2 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное большее значение 90 мм.

Данный раздел выполняется после разработки конструкции патрона и протановки размеров. Погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПР}^2}, \quad (3.11)$$

где ε_B - погрешность базирования;

ε_3 - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{ПР}$, - погрешность элементов приспособления;

На рисунке 3.3 представлена размерная схема патрона с рычажным зажимным механизмом. Из схемы определяем:

$$\varepsilon_v = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.12)$$

где $\omega_{A\Delta}$ - колебания замыкающего размера A_Δ ,

Δ_1, Δ_3 - погрешности, возникающие вследствие неточности изготовления размеров A_1, A_3, A_4 ;

Δ_2, Δ_5 - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях.

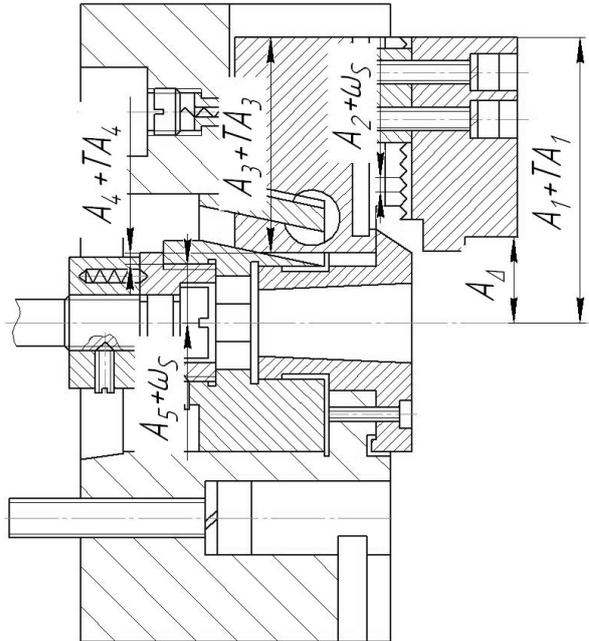


Рисунок - 3.3 Размерная схема патрона

Погрешность установки не должна превышать 0,1 от поля допуска на операционный размер.

Получим:

$$\varepsilon_o = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2 + 0,012^2 + 0,01^2} = 0,010 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_o^{\text{ДП}} = 0,12 \cdot 0,1 = 0,012 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_v^{\text{ДП}} \geq \varepsilon_v$ выполняется.

Приспособление содержит патрон и силовой привод. Патрон содержит корпус 1, в котором установлен клин 3. Один конец клина закреплен с тягой 9, а другой с постоянными кулачками 4, на которых установлены сменные кулачки 6. К выходному концу шпинделя патрон крепится винтами 28.

Силовой привод содержит: вращающийся корпус 17, с крышкой 16, которая установлена на двух подшипниках 30 в неподвижном корпусе 14,

который закреплен на заднем конце передней бабки. В полости корпуса 17 расположены поршень 18 и шток 19. На выступе задней крышки смонтирована муфта 15 для подвода рабочей жидкости.

Приспособление работает следующим образом: при подаче масла в правую полость поршень со штоком и тягой перемещается справа налево, в результате чего через рычажный зажимной механизм происходит закрепление заготовки. При подаче масла в левую полость система возвращается в исходное положение и происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Для выполнения переходов растачивания отверстий при применении стандартных резцов затрачивается значительное время на смену режущих пластин. Спроектируем резец с более простой конструкцией крепления пластин.

Расчет режущего инструмента будем производить на операцию токарную чистовую по методике изложенной в [23].

Конструируем токарный расточной резец с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава GC3205.

Для обеспечения главного угла в плане $\varphi=91^\circ$ и заданных режимов резания выбираем резец расточной с трехгранной пластиной и подкладкой.

Для заданных режимов резания сечение срезаемого слоя $F = t \cdot S = 1,245 \cdot 0,25 = 0,32 \text{ мм}^2$.

Определим минимальный диаметр винта для крепления пластины:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.13)$$

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.14)$$

Тогда получим:

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_{\dot{a}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 98}} = 3,7 \text{ мм.}$$

Конструкция 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	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Чугун СЧ-15, СОЖ
2	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр VF 320 (Fanuc)	Чугун СЧ-15, СОЖ
3	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с ЧПУ	Горизонтальный обрабатывающий центр SBL 300	Чугун СЧ-15, 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 SAMAT 135 NC

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 VF 320 (Fanuc)

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
3	Сверлильная операция	<p>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,</p>	Горизонтальный обрабатывающий центр SBL 300

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 обучения персонала; своевременное проведение инструктажей по охране труда; наличие ограждений;	Каска

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		нанесение знаков безопасности.	
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей по охране труда; наличие устройств автоматического отключения; автоматическая сигнализация; наличие ограждений; дистанционное управление оборудованием; наличие знаков безопасности	Каска защитная, очки защитные
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей по охране труда; ограждение оборудования.	Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием, спецодежда, спецобувь
4	Повышенный уровень шума	Проведение обучения	Наушники или

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	на рабочем месте	персонала; своевременное проведение инструктажей по охране труда; наладка оборудования; применение звукоизоляции, звукопоглощения и глушителей	вкладыши противошумные
5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей по охране труда; применение систем защитного заземления, защитного отключения, наличие знаков безопасности	Диэлектрический коврик
6	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей по охране труда	Перчатки с полимерным покрытием, комбинированные рукавицы, спецодежда, спецобувь

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
7	Монотонность труда	Разработка эффективного графика режимов работы и отдыха	

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, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC, Вертикальный обрабатывающий центр VF 320 (Fanuc), Горизонталь	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся технологических установок,

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
		<p>ный обрабатыва ющий центр SBL 300</p>		<p>токсичных продуктов горения и термическо- го разложения; пониженная концентра- ция кислорода; снижение видимости в дыму (задымлен- ных пространст- венных зонах).</p>	<p>производст- венного и инженерно- техничес- кого оборудова- ния; вынос (замыкание) высокого электричес- кого напряжения на токопроводя щие части технологи- ческих установок, оборудова- ния.</p>

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 системы пожаротушения	Средства пожаротушения автоматические	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, пожарные щиты, пожарные кра-ны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы, пожарные автоцистерны	Оборудование для пенного пожаротушения	Автоматические средства оповещения о пожаре и управления эвакуацией	Пожарные шкафы, пожарные гидранты, напорные рукава, пожарные пеносмесители	Самоспасатели, респираторы, противогазы, огнестойкие накидки	Крюки, ломы, багры, топоры, лопаты, пневматический и гидравлический пожарный инструмент для резки и перекусывания конструкций	Автоматическая пожарная сигнализация на базе приборов приемно-контрольных пожарных

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 SAMAT 135 NC; Сверлильная, Вертикальный обрабатывающий центр VF 320 (Fanuc); Сверлильная, Горизонтальный обрабатывающий центр SBL 300	Проведение инструктажей по пожарной безопасности, контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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.)
1	2	3	4	5
Токарная	Токарный станок ЧПУ SAMAT	Пары СОЖ	Механические примеси,	Стружка, ветошь

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	135 NC		нефтепродукты, СОЖ	
Сверлильная	Вертикальный обрабатывающий центр VF 320 (Fanuc)	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь
Сверлильная	Горизонтальный обрабатывающий центр SBL 300	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь

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
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на	Применение центробежного фильтра

Продолжение таблицы 4.8

1	2
атмосферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение механических фильтров, отстойников, нефтеловушек, флотационных установок, сорбционных установок, контроль состава сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переплавка стружки и лома, утилизация ветоши и отходов путем переработки на мусороперерабатывающих заводах и последующего захоронения

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

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

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления корпуса кулачковой оправки, 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.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали «Корпус кулачковой оправки». Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления данной детали.

Базовый вариант.

Операция 015 – Токарная. Выполняется токарная обработка поверхностей на токарно-винторезном станке с ЧПУ, модель 16К20Ф3. Закрепление детали обеспечивает патрон с ручным зажимом. Получение заданных поверхностей обеспечивают два резца: резец контурный; резец расточной, которые выполнены из твердого сплава ВК8.

Проектный вариант.

Операция 015 – Токарная. Обеспечить выполнение этой операции предлагается с применением токарного станка с ЧПУ, модель SAMAT 135NC. В качестве оснастки используется патрон с механизированным зажимом. Обработка осуществляется резцами фирмы «Sandvik»: резец контурный CNMG160608-WMX с режущей пластиной GS3205; резец расточной специальный с режущей пластиной GS3205. Перечисленные изменения позволяют существенно сократить трудоемкость выполнения токарной операции:

- штучное время с 3,28 мин. до 2,22 мин.;
- основное время с 2,25 мин. до 1,38 мин.

Учитывая описанные изменения необходимо экономически обосновать

целесообразность предложенных изменений, для этого нужно:

- определить капитальные вложения в проектируемый вариант;
- рассчитать себестоимость выполнения операции по сравниваемым вариантам;
- составить калькуляцию полной себестоимости операции, также по сравниваемым вариантам;
- рассчитать экономическую эффективность предложенных совершенствований.

Чтобы осуществить перечисленные действия будем использовать методику экономического обоснования инженерных решений [25]. Согласно этим методическим рекомендациям для осуществления рассмотренных мероприятий необходимо наличие капитальных вложений в размере $K_{ВВ.ПР} = 243226,56$ руб.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем выполнять без затрат на материал, т.к. эти значения влияния на конечный результат не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Корпус кулачковой оправки» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 5.1.

На базе представленных, на рисунке 5.1, данных рассчитываем значения полной себестоимости выполнения операции 015. Согласно расчетам по представленной методике [25] по базовому варианту полная себестоимость составила 42,78 руб.; а по проектному варианту – 27,43 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [25], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$P_{р.ож} = \Delta_{уг} = (C_{пол.баз} - C_{пол.пр}) \cdot P_{г} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

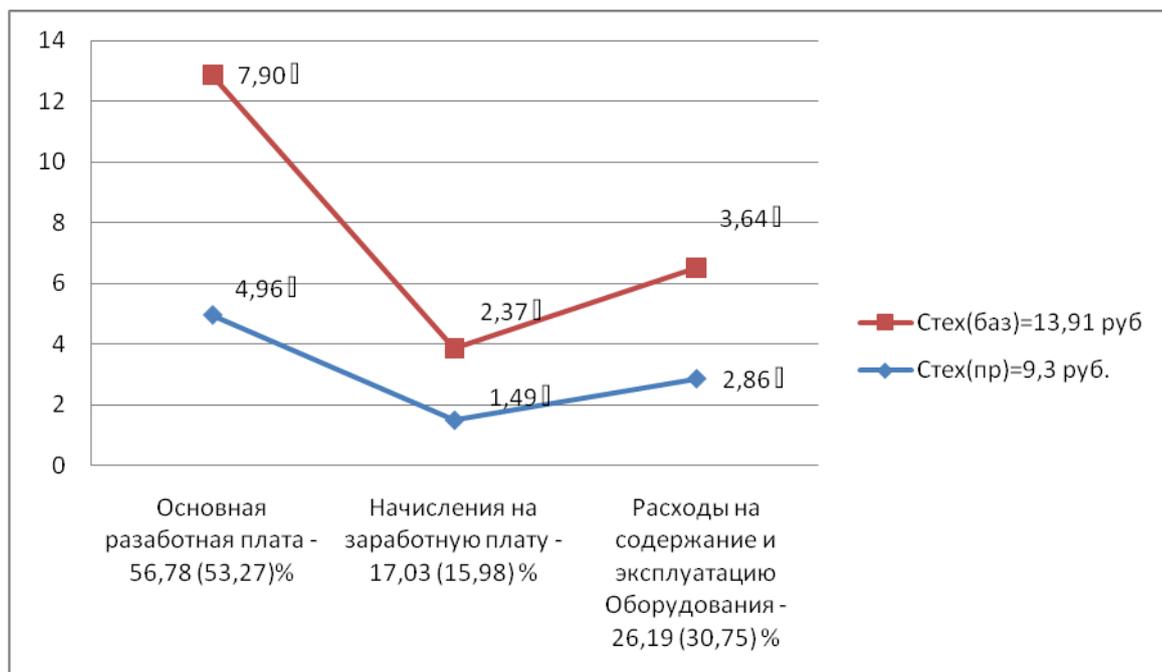


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения токарной операции по сравниваемым вариантам

$$P_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (2,78 - 27,43) \cdot 5000 = 76750 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 76750 \cdot 0,2 = 15350 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 76750 - 15350 = 61400 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{243226,56}{61400} + 1 = 4,96 = 5 \text{ лет}$$

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

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = 61400 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} + \frac{1}{(1+0,1)^4} + \frac{1}{(1+0,1)^5} \right) = 265800,6 \text{ руб}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 265800,6 - 243226,56 = 22574,04 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{265800,6}{243226,56} = 1,09 \text{ руб./руб.}$$

Предложенные изменения по операции 015 технологического процесса изготовления детали «Корпус кулачковой оправки», можно считать экономически обоснованными. Данное заключение можно сделать основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 35,9%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 22574,04 руб., что также свидетельствует эффективности проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения данной выпускной квалификационной работы ее цель, сформулированная во введении, была достигнута.

Для этого были последовательно решены все задачи: рассчитана и спроектирована заготовка, спроектирована маршрутно-операционная технология, технологического процесса, спроектированы специальное станочное приспособление и режущий инструмент, разработаны мероприятия по безопасности и экологичности технического объекта.

Правильность принятых решений подтверждена расчетом экономической эффективности работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 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.

2 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

3 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

4 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.

5 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.

6 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.

7 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.

8 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

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 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

11 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

12 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.

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

14 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.

15 www.sandvik-coromant.ru

16 www.invest-garant.com

17 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

18 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.

19 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

20 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

21 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.

22 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.

23 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.

24 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.

25 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

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		21		<i>Пружина ГОСТ9379-85</i>	3	
		22		<i>Винт М8х35 ГОСТ11738-84</i>	6	
		23		<i>Шайба ГОСТ6402-70</i>	6	
		24		<i>Винт М5х25 ГОСТ11738-84</i>	3	
		25		<i>Пружина ГОСТ9379-85</i>	1	
		26		<i>Винт стопорный М5х15 ГОСТ1479-93</i>	1	
		27		<i>Винт стопорный М5х10 ГОСТ1479-93</i>	1	
		28		<i>Винт М14х70 ГОСТ11738-84</i>	3	
		29		<i>Пружина ГОСТ9379-85</i>	3	
		30		<i>Подшипник 206 ГОСТ2893-82</i>	2	
		31		<i>Кольцо ГОСТ 1567-68</i>	3	
		32		<i>Кольцо ГОСТ 1567-68</i>	1	
		33		<i>Демпфер ГОСТ 8754-79</i>	2	
		34		<i>Кольцо ГОСТ 1567-68</i>	2	
		35		<i>Продка М5 ГОСТ 12202-66</i>	2	
		36		<i>Винт стопорный М8х15 ГОСТ1479-93</i>	1	
		37		<i>Винт стопорный М8х15 ГОСТ1479-93</i>	2	
		38		<i>Винт М8х25 ГОСТ11738-84</i>	6	
		39		<i>Прокладка ГОСТ 14475-80</i>	1	

И-в. № подл.	Лист и дата	Взам. инв. №	И-в. № докл.	Лист и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

16.07.ТМ.564.008.000

Лист
2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цек	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тноз
Т.19	392104 Резец расточной DNMG150616-KR "Sandvik" GS3215, 393311 Штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-89.														
20															
А.21	XX XX XX 015 4114 Токарная														
Б.22	381148 Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 100												1	222	
0.23	Точить поверхность 7,8, 9, 10, 11, 16, 23 в размер $\phi 125,22^{+0,16}$												$\phi 55,6_{-0,12}$	$\phi 119^{+0,14}$	
0.24	M125, 111,5 ^{+0,14} , 114,5 ^{+0,14} , 139,5 ^{+0,16} , 148,5 ^{+0,16} , 157,5 ^{+0,16} , 186,5												186,5	$\phi 104^{+0,14}$	
Т.25	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104 Резец контурный CNMG160608-WMX "Sandvik"														
Т.26	GS3205, 392104 Резец расточной специальный GS3205, 392104 Резец токарный канавочный														
Т.27	M123L2-0700-0003-GM "Sandvik" GS3115, 392104 Резец токарный канавочный M123K2-0600-0004-GM														
Т.28	GC3115 "Sandvik"; 392104 Резец токарный канавочный M123G2-0350-0003-GM GC3115 "Sandvik";														
Т.29	392104 Резец токарный резьбовой R166.0G-16MM02-150 GC1020 "Sandvik"; 393311 Штангенциркуль ШЦ-3														
Т.30	ГОСТ 166-89, 393450 Нутромер ГОСТ10-88.														
31															
А.32	XX XX XX 020 4114 Токарная														
Б.33	381148 Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 100												1	192	
0.34	Точить поверхность 1, 3, 30 в размер $\phi 188,5_{-0,095}$, $\phi 89,635_{-0,14}$, 186												186		
Т.35	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104 Резец контурный CNMG160608-WMX "Sandvik"														
Т.36	GS3205, 392104 Резец расточной специальный GS3205, 393311 Штангенциркуль ШЦ-3, ГОСТ 166-89;														
Т.37	393450 Нутромер ГОСТ10-88.														
38															
А.39	XX XX XX 025 4121 Сверлильная														
Б.40	381213 Обрабатывающий центр VF 320 3 15292 422 1P 1 1 100												1	225	
0.41	Сверлить поверхность 13 в размер $\phi 6_{-0,12}$, сверлить поверхность 17, 56 в размер $\phi 8,4_{-0,15}$, нарезать														
МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

Дүлн.									
Вазм.									
Пабн.									
Резерв.									
Проберуш									
Нисанр.									

Қазақстан Республикасы	ТҒУ	025
Астана қаласы	Қағазға ОТПМП	
	Қарныс	

