

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления корпуса помпы

Студент	<u>А.Х. Худайкулова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Худайкулова Альбина Харифовна. Технологический процесс изготовления корпуса помпы. Кафедра: «Оборудование и технологии машиностроительного производства», ТГУ, Тольятти, 2018 г.

Технологический процесс изготовления корпуса помпы, рассмотренный в данной работе, создан на основе современных принципов технологического проектирования. Используются современные методики определения эффективных способов получения заготовок и расчетов припусков на обработку. Составление технологического маршрута изготовления детали основано на типовых техпроцессах в соответствии с характеристиками типа производства. Для лимитирующих операций спроектированы специальные средства оснащения, которые позволили сократить время на изготовление.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	9
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	26
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	32
5 Экономическая эффективность работы.....	38
Заключение.....	42
Список используемых источников.....	43
Приложения.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Помпы широко применяются для перекачки различного рода жидкостей. Область их применения охватывает практически все сферы деятельности. Рассматриваемая помпа является малогабаритной и используется для подачи охлаждающей жидкости в систему охлаждения двигателя внутреннего сгорания генератора электричества. Помпа должна отвечать ряду требований. В первую очередь это надежность, которая обеспечивается технологией ее изготовления. Также она должна быть компактной и легкой, что обеспечивает максимальное снижение веса. Корпус, являющийся одной из самых ответственных деталей, также должен отвечать всем этим требованиям. Поэтому основная цель данной работы заключается в проектировании техпроцесса изготовления корпуса, который обеспечит все необходимые требования при условии выполнения всей годовой программы выпуска и наилучших экономических показателей.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Служебное назначение детали оцениваем по методике [1].

Корпус помпы служит для установки и базирования в нем различных деталей помпы. Установка корпуса помпы осуществляется на корпус генератора при помощи штифтов и торцевой поверхности, а закрепление при помощи винтов.

В процессе работы на корпус действуют нагрузки от вибрации, вызванной работой двигателя генератора. Эти нагрузки могут быть значительными по величине и различными по направлению. Рабочая среда зависит от условий эксплуатации и может быть весьма агрессивной, т.к. генератор может работать вне производственного помещения, возможно попадание на некоторые поверхности пыли, грязи, воды, технологических жидкостей, что приведет к повышенному износу.

1.2 Технологичность детали

Одним из главных критериев технологичности детали является ее материал. От его химического состава и физико-механических свойств зависят количественные показатели проектируемого техпроцесса. Корпус помпы изготовлен из алюминиевого сплава АК-8 ГОСТ 4784-97, который имеет следующий химический состав [2]: 91% алюминия, 0,6-1,2% кремния, 0,7% железа, 3,9-4,8% меди, 0,1% никеля, 0,4-0,8% магния, 0,4-1% марганца, 0,1% титана, 0,3% цинка. Основной физико-механический показатель $\sigma_B = 157$ МПа.

Исходя из этих характеристик, для получения заготовки используются различные методы литья. В случае необходимости проведения термических операций они могут быть выполнены с использованием стандартных техпроцессов. Обрабатываемость резанием можно охарактеризовать как хорошую, т.к. соответствующие коэффициенты равны $K_0 = 1,1$ для инструмента с режущей частью из твердого сплава и $K_0 = 1,0$ для инструмента с режущей частью из быстрорежущей стали.

Следующий критерий технологичности детали это ее конфигурация. Корпус имеет достаточно сложную конфигурацию – наружные поверхности сложной формы, также имеются ступенчатые отверстия и ребро жесткости. Несмотря на это механическая обработка плоских поверхностей не вызывает затруднений, при обработке внутренних поверхностей вращения могут возникнуть некоторые затруднения с получением мелких канавок. Все размеры элементов детали соответствуют нормам. Соответственно для изготовления корпуса могут быть использованы универсальные и стандартизированные средства технологического оснащения.

Технологичность обработки является еще одним критерием для оценки технологичности детали. Базирование данной детали можно осуществлять по цилиндрическим поверхностям, плоскостям и ребрам заготовки. Размеры данных поверхностей позволят обеспечить как базирование, так и закрепление на операциях. Количество операций механической обработки и применяемые при этом методы обработки зависят от точностных параметров размеров детали и характеристик поверхностного слоя. В данном случае применения специальных методов обработки не требуется, но операций достаточно много, что объясняется требуемой точностью ряда поверхностей.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Для проведения анализа параметров техпроцесса необходимо предварительно определить тип производств, который определяется по рекомендациям [3] исходя из веса детали и производственной программы, заданной в исходных данных. В нашем случае производство среднесерийное.

Далее проводим анализ требуемых параметров согласно данным [4]. Организационная форма техпроцесса групповая с применением периодических партий запуска деталей в производство. Заготовки для изготовления корпуса могут быть получены различными способами, но наиболее приемлемыми в данном случае является способ литья. Данное ограничение накладывает материал детали. Определяемые при проектировании заготовки припуски на

обработку поверхностей незначительные по величине и могут быть определены как упрощенными методами, так и расчетным методом по переходам.

Проектирование техпроцесса ведется путем анализа и внесения соответствующих изменений в типовой техпроцесс. При формировании маршрута изготовления используется экстенсивный принцип, а при проектировании технологических операций последовательная временная структура. Определение режимов резания проводится либо расчетным методом, либо табличным. Оборудование настраивается заранее при помощи различных способов настройки в зависимости от требуемой точности обработки и технологических характеристик оборудования. Средства технологического оснащения могут быть разнообразными и зависят от конкретных производственных условий. Наиболее приемлемым вариантом является использование универсальных и стандартных средств технологического оснащения. Специальные средства используются только в случае получения соответствующего экономического обоснования. Техпроцесс оформляется в виде маршрутной или маршрутно-операционной технологии с использованием стандартной технологической документации.

1.4 Задачи работы

Основываясь на исходных данных и результатах проведенного анализа, формулируем следующие задачи для выполнения выпускной квалификационной работы:

- обоснованно выбрать способ получения заготовки и спроектировать ее основываясь на расчетах припусков на обработку;
- составить маршрут обработки корпуса, основываясь на типовом маршруте с учетом особенностей детали и современных достижений технологии машиностроения;
- выбрать средства оснащения техпроцесса с применением современных высокоэффективных средств;
- произвести расчет режимов и нормирование всех операций техпроцесса, выявить лимитирующие;

- усовершенствовать наиболее проблемные операции путем проектирования специальных средств оснащения;
- рассчитать экономические показатели техпроцесса изготовления корпуса помпы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

Для детали данного типа из алюминиевого сплава целесообразно применять в качестве заготовки литье в землю или литье в кокиль [5]. Выбор одного из этих методов осуществляется путем сравнения суммарных затрат на изготовление деталей из данных заготовок [6].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i} \quad (2.1)$$

где C_{3i} – стоимость получения заготовки;

$C_{ОБР.i}$ – стоимость обработки резанием.

Далее определяем составляющие суммарных затрат.

$$C_{3i} = \frac{C_{M.i} \cdot M_{3i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \quad (2.2)$$

где C_M – стоимость материала заготовки;

M_3 – масса заготовки;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СЛ}$ – коэффициенты, учитывающие особенности заготовки.

Масса заготовки зависит от массы детали M_δ и расчетного коэффициента

K_p :

$$M_{3i} = M_\delta \cdot K_p \quad (2.3)$$

Рассчитаем массу детали. С целью облегчения расчетов и увеличения их точности была построена 3-х мерная модель детали в программе «Компас 3D» (рис. 2.1). Расчет массы производится автоматически. Получим: $M_\delta = 1,42$ кг.



Рисунок 2.1 - Трехмерная модель детали

Отливка в землю $M_{31} = 1,42 \cdot 1,5 = 2,13$ кг.

Отливка в кокиль $M_{32} = 1,42 \cdot 1,3 = 1,85$ кг.

Получим:

$$C_{31} = \frac{50000 \cdot 2,13 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 115,02 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{50000 \cdot 1,85 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 108,23 \text{ руб.}$$

Стоимость обработки резанием:

$$C_{OBR.i} = \frac{C_{уд} \left(\frac{1}{K_{ИМ.i}} - 1 \right) M_{Д}}{K_{O}} \quad (2.4)$$

где $C_{уд}$ – затраты на снятие стружки;

$K_{ИМ}$ - коэффициент использования материала;

K_{O} – коэффициент обрабатываемости.

Получаем следующие результаты:

$$C_{OBR1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1 \right) \cdot 2,13}{0,85} = 49,37 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{обр2}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,77} - 1 \right) \cdot 1,85}{0,85} = 26,01 \text{ руб.}$$

$$C_1 = 115,02 + 49,37 = 164,39 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 108,23 + 26,01 = 134,24 \text{ руб.}$$

Расчеты показали, что оптимальным методом для получения заготовки является литье в кокиль.

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки производится на основе маршрутов обработки поверхностей и расчетов припусков на их обработку. Маршруты выбираем по данным [7, 8]. Для этого каждой поверхности присваиваем свой номер (рисунок 2.2). Далее определяем методы обработки для каждой поверхности.

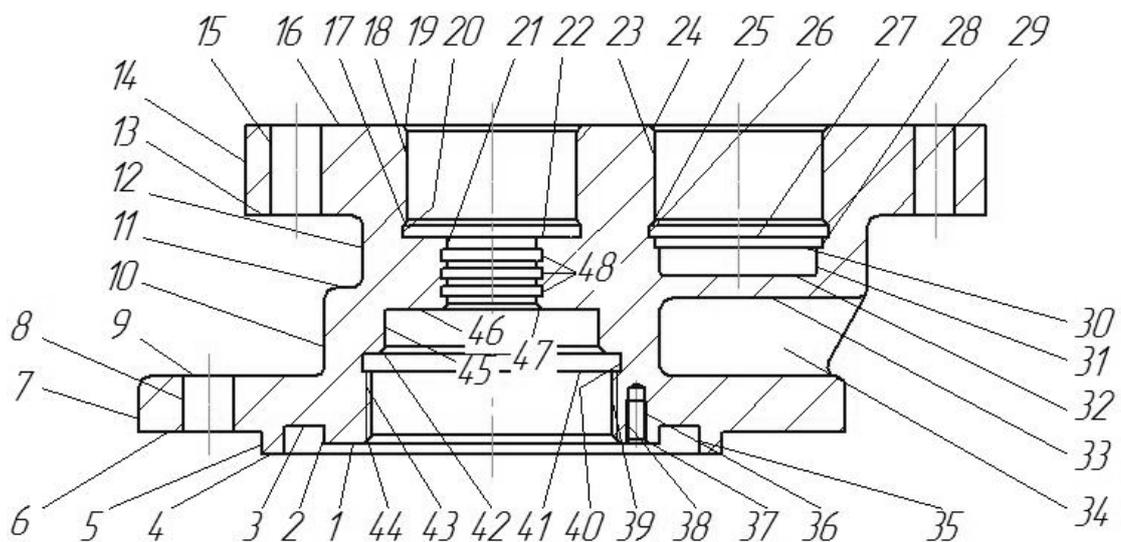


Рисунок 2.2 – Номера поверхностей

Для поверхностей 1, 2, 3, 4, 35 маршрут обработки состоит из одного метода обработки – фрезерования.

Для поверхности 5 маршрут обработки включает в себя следующие методы обработки: фрезерование черновое, чистовое и тонкое.

Для поверхностей 6, 16 маршрут обработки включает в себя следующие методы обработки: фрезерование черновое, чистовое.

Для поверхностей 8, 15, 36, 37 маршрут обработки состоит из одного метода обработки – сверления.

Для поверхностей 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 40, 41, 42, 44, 47, 48 маршрут обработки состоит из одного метода обработки – растачивания чистового.

Для поверхностей 18, 23, 31 маршрут обработки включает в себя следующие методы обработки: сверление, растачивание чистовое и тонкое.

Для поверхностей 22, 27, 30, 46 маршрут обработки состоит из одного метода обработки – растачивания черногого.

Для поверхности 29 маршрут обработки включает в себя следующие методы обработки: сверление, зенкерование, развертывание.

Для поверхностей 32, 39 маршрут обработки включает в себя следующие методы обработки: растачивание черногого и чистовое.

Для поверхностей 38, 43 маршрут обработки состоит из одного метода обработки – резьбонарезания.

Для поверхности 45 маршрут обработки включает в себя следующие методы обработки: растачивание черногого, чистовое и тонкое.

Исходя из полученных маршрутов обработки поверхностей, выполняем расчет припусков на обработку. Для поверхности $\varnothing 30H7(^{+0,021})$ произведем с использованием расчетного метода [9].

Все составляющие для расчета (дефектный слой a , пространственные отклонения Δ , погрешность установки ε) принимаем по справочным данным.

Минимальный припуск:

$$z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.5)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,025^2} = 0,8$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0,025^2} = 0,259$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,2 + \sqrt{0,013^2 + 0,02^2} = 0,224$$

Далее рассчитываем максимальный припуск:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_{i-1} + TD_i} \quad (2.6)$$

$$\begin{aligned}
Z_{1\max} &= Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 0,8 + 0,5 \cdot (0,0 + 0,21) = 1,905 \\
Z_{2\max} &= Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,259 + 0,5 \cdot (0,21 + 0,052) = 0,39 \\
Z_{3\max} &= Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,224 + 0,5 \cdot (0,052 + 0,021) = 0,26
\end{aligned}$$

Затем определяем среднее значение припуска:

$$Z_{cpi} = (Z_{i\max} + Z_{i\min}) / 2 \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned}
Z_{cp1} &= (Z_{1\max} + Z_{1\min}) / 2 = (0,8 + 1,905) / 2 = 1,353 \\
Z_{cp2} &= (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,259 + 0,39) / 2 = 0,325 \\
Z_{cp3} &= (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,224 + 0,26) / 2 = 0,242
\end{aligned}$$

Определяем минимальные и максимальные операционные размеры:

$$D_{(i-1)\min} = D_{i\min} - 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.8)$$

$$D_{(i-1)\max} = D_{(i-1)\min} - TD_{i-1} \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned}
D_{3\min} &= 30,000 \\
D_{3\max} &= 30,021 \\
D_{2\max} &= D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 30,021 - 2 \cdot 0,224 = 29,573 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 29,573 - 0,052 = 29,521 \\
D_{1\max} &= D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 29,573 - 2 \cdot 0,259 = 29,055 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 29,055 - 0,21 = 28,845 \\
D_{0\max} &= D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 29,055 - 2 \cdot 0,8 = 27,455 \\
D_{0\min} &= D_{0\max} - TD_0 = 27,455 - 2,0 = 25,455
\end{aligned}$$

Средние операционные размеры:

$$D_{icc} = (D_{i\max} + D_{i\min}) / 2 \quad (2.10)$$

$$D_{3cp} = (D_{3max} + D_{3min}) / 2 = (30,021 + 30,000) / 2 = 30,011$$

$$D_{2cp} = (D_{2max} + D_{2min}) / 2 = (29,573 + 29,521) / 2 = 29,547$$

$$D_{1cp} = (D_{1max} + D_{1min}) / 2 = (29,055 + 28,845) / 2 = 28,95$$

$$D_{0cp} = (D_{0max} + D_{0min}) / 2 = (27,455 + 25,455) / 2 = 26,455$$

Общие припуски равны:

$$2Z_{min} = D_{3min} - D_{0max} \quad (2.11)$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + TD_0 + TD_3 \quad (2.12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2Z_{min} + 2Z_{max}) \quad (2.13)$$

$$2Z_{min} = 30,000 - 27,455 = 2,545$$

$$2Z_{max} = 2,545 + 2,0 + 0,021 = 4,566$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2,545 + 4,566) = 3,556$$

Припуски для обработки остальных поверхностей определяем с использование табличного метода [10]. Получаем следующие результаты.

Поверхность 4 переход фрезерование $Z_{min} = 0,55$ мм, $Z_{max} = 1,7$ мм.

Поверхность 5 переход фрезерование $Z_{min} = 0,5$ мм, $Z_{max} = 1,88$ мм, переход чистовое фрезерование $Z_{min} = 0,2$ мм, $Z_{max} = 0,42$ мм, переход тонкое фрезерование $Z_{min} = 0,1$ мм, $Z_{max} = 0,14$ мм.

Поверхности 6, 16 переход фрезерование $Z_{min} = 0,55$ мм, $Z_{max} = 1,7$ мм, переход чистовое фрезерование $Z_{min} = 0,25$ мм, $Z_{max} = 0,46$ мм.

Поверхность 22 переход растачивание $Z_{min} = 0,15$ мм, $Z_{max} = 1,28$ мм.

Поверхность 29 переход зенкование $Z_{min} = 0,4$ мм, $Z_{max} = 0,49$ мм, переход чистовое развертывание $Z_{min} = 0,1$ мм, $Z_{max} = 0,13$ мм.

Поверхность 32 переход растачивание $Z_{min} = 0,15$ мм, $Z_{max} = 0,33$ мм, переход чистовое растачивание $Z_{min} = 0,1$ мм, $Z_{max} = 0,28$ мм.

Поверхности 39, 45 переход растачивание $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 1,63$ мм, переход чистовое растачивание $Z_{\min} = 0,1$ мм, $Z_{\max} = 0,28$ мм.

Поверхность 46 переход растачивание $Z_{\min} = 0,45$ мм, $Z_{\max} = 1,56$ мм.

Полученные результаты позволяют произвести проектирование заготовки в соответствии с требованиями и данными [11].

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Проектирование маршрута изготовления детали производится из типового маршрута путем анализа и внесения соответствующих изменений по рекомендациям и данным по типовым маршрутам [12, 13].

Таблица 2.1 – Маршрут изготовления

№	Переход	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Название операции
1	2	3	4	5
1	ТО	все	005	Термическая
2	Фрезерование	16	010	Комбинированная
3	Сверление	15, 18, 22, 23, 29, 31, 32		
4	Растачивание	18, 22, 23, 31, 32		
5	Зенкерование	29		
6	Развертывание	29		
7	Фрезерование	1, 2, 3, 4, 5, 6, 35	015	Комбинированная
8	Сверление	8, 39, 41, 45, 46		
9	Растачивание	41, 45, 46		
10	Фрезерование	16	020	Комбинированная
11	Растачивание	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32		
12	Фрезерование	5, 6	025	Комбинированная

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
13	Сверление	36, 37		
14	Растачивание	40, 41, 42, 44, 45		
15	Резьбонарезание	38, 43		
16	Растачивание	18, 23, 31	030	Расточная
17	Растачивание	5, 45	035	Расточная
18	Очистка	все поверхности	040	Моечная
19	Измерения	все поверхности	045	Контрольная

Полученная информация позволяет спроектировать плана изготовления корпуса с указанием в нем схем базирования и операционных допусков, согласно рекомендациям [14].

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Средства технологического оснащения определяются, прежде всего, типом производства. При выборе средств оснащения следует учитывать ряд факторов: размеры изготавливаемого изделия, необходимость обеспечения гибкости производства, стоимость средств оснащения, возможность обеспечения необходимых режимов резания, необходимый уровень автоматизации и механизации производственного процесса и ряд других [15]. С целью обеспечения сокращения времени на изготовление следует обратить внимание на высокопроизводительное импортное оборудование и инструмент. Основываясь на этих данных и справочной информации, выбираем средства оснащения. Выбор металлорежущих станков осуществляем по данным [16, 17], станочных приспособлений по данным [16, 18], металлорежущих инструментов по данным [16, 19], контрольных приспособлений по данным [16, 20].

Таблица 2.2 – Металлорежущие станки

№ операции	Наименование	Переходы	Номера поверхностей	Точность	Станок
1	2	3	4	5	6
005	Термическая	ТО	все		
010	Комбинированная	Фрезерование, сверление, расточивание, зенкерование, развертывание	16, 15, 18, 22, 23, 29, 31, 32	12, 10, 7	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
015	Комбинированная	Фрезерование, сверление, расточивание	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 35, 39, 41, 45, 46	12, 10	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
020	Комбинированная	Фрезерование, расточивание	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32	9	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
025	Комбинированная	Фрезерование, расточивание,	5, 6, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 42, 44, 45	9	Вертикальный обрабатывающий центр

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
		резьбонарезание			Haas VF-2
030	Расточная	Растачивание отверстий	18, 23, 31	7	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1
035	Расточная	Растачивание отверстий	5, 45	7, 6	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1
040	Моечная	Мойка	Все		
045	Контрольная	Контроль	Все		

Таблица 2.3 - Станочные приспособления

№ опера ции	Наименование	Переходы	Опорные элементы приспособления	Элементы зажима	Приспособление
1	2	3	4	5	6
005	Термическая	ТО			
010	Комбинированная	Фрезерование, сверление, растачивание,	Упоры	Прихваты	Приспособление специальное

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
		зенкерование, развертывание			
015	Комбинированная	Фрезерование, сверление, расточивание	Опоры плоские, палец цилиндрический	Цанга	Приспособление специальное
020	Комбинированная	Фрезерование, расточивание	Опоры плоские, палец цилиндрический	Цанга	Приспособление специальное
025	Комбинированная	Фрезерование, расточивание, резьбонарезание	Опоры плоские, палец цилиндрический	Цанга	Приспособление специальное
030	Расточная	Расточивание отверстий	Опоры плоские, палец цилиндрический	Цанга	Приспособление специальное
035	Расточная	Расточивание отверстий	Опоры плоские, палец цилиндрический	Цанга	Приспособление специальное

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
040	Моечная	Мойка			
045	Контрольная	Контроль			

Таблица 2.4 - Металлорежущие инструменты

№ операции	Наименование	Переходы	Режущий материал	Конструкция	Инструмент
1	2	3	4	5	6
010	Комбинированная	Фрезерование, сверление, растачивание, зенкерование, развертывание	H10, GC1220	Фреза торцовая, Сверло, Зенкер, Развертка, Резец расточной	Фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik, Сверло специальное GC1220, Сверло R850-0900-70-A1A GC1220Sandvik, Сверло R850-0700-70-A1A GC1220 Sandvik, Зенкер C3-R825A-FAB208A GC1220 Sandvik, Развертка 830B-E06D0800H7S12 GC1220 Sandvik,

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
					Резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik
015	Комбинированная	Фрезерование, сверление, растачивание	H10, GC1220	Фреза торцовая, Сверло, Резец расточной	Фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik, Сверло R850-0900-70-A1A GC1220 Sandvik, Резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik
020	Комбинированная	Фрезерование, растачивание	H10, GC1025	Фреза торцовая, Резец расточной, Резец расточной канавочный	Фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik, Резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik, Резец расточной канавочный CXS-05G200-5230R GC1025 Sandvik
025	Комбинированная	Фрезерование, сверление, резьбонарезание	GC1640, H10, GC1220, GC1025,	Фреза концевая, Резец расточной, Сверло, Резцовая вставка	Фреза концевая R216.24-14050GAK26H GC1640 Sandvik, Резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			GC1020	Резец резьбовой	Сверло R840-0420-30-A1A GC1220 Sandvik, Резцовая вставка CXS-04TH320UN-4015R GC1025 Sandvik, Резец резьбовой 266RL-22MM02A250E GC1020 Sandvik
030	Расточная	Растачивание отверстий	H10	Резец расточной	Резец токарный расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 Sandvik
035	Расточная	Фрезерование, Растачивание отверстий	H13A, H10	Фреза концевая, Резец расточной	Фреза концевая R390-022A20L- 11L H13A Sandvik, Резец токарный расточной R825A- AF11STUC06T1A H10 Sandvik
040	Моечная	Мойка			
045	Контрольная	Контроль			

Таблица 2.5 - Контрольные приспособления

№ операции	Наименование	Точность	Приспособления
010	Комбинированная	12, 7	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
015	Комбинированная	12	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
020	Комбинированная	9	Нутромер ГОСТ10-88
025	Комбинированная	9	Калибры, микрометр ГОСТ6507-90, нутромер ГОСТ10-88
030	Расточная	7	Нутромер ГОСТ10-88
035	Расточная	9, 8	Нутромер ГОСТ10-88, скоба рычажная ГОСТ11098-75

2.5 Определение режимов резания

Анализ техпроцесса показал, что для данного типа производства могут быть использованы несколько методик определения режимов резания это расчетный метод и статистический. В данном случае следует учесть, что с целью интенсификации техпроцесса было выбрано высокопроизводительное оборудование и режущий инструмент, поэтому определение режимов резания также рекомендуется производить по данным фирмы-изготовителя режущего инструмента [19] с учетом характеристик принятого металлорежущего оборудования.

Таблица 2.6 - Определение режимов резания

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o	$T_{шт}$
1	2	3	4	5	6	7
Операция 010 – Комбинированная						
1	0,2	110	3500	132	0,19	2,26
2	0,2	125	1300	55	0,21	
3	0,1	120	2200	15	0,07	
4	0,5	820	2500	102	0,08	
5	0,1	100	4000	200	0,5	
6	0,1	98	4000	80	0,2	
7	0,5	36	1400	80	0,12	
8	0,25	95	3600	80	0,09	
Операция 015 – Комбинированная						
1	0,2	110	3500	85	0,12	14,74
2	0,015	70	1000	640	10,7	
3	0,2	90	500	52	0,52	
Операция 020 – Комбинированная						
1	0,1	110	3500	132	0,38	1,43
2	0,2	282	3000	102	0,17	
3	0,05	150	2000	8	0,08	
Операция 025 – Комбинированная						
1	0,01	100	1500	640	10,6	14,52
2	0,2	90	500	52	0,52	
3	0,2	100	4000	36	0,04	
4	1,5	80	3500	48	0,01	
Операция 030 – Комбинированная						
1	0,1	800	4800	102	0,21	1,03
Операция 035 – Комбинированная						

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7
1	0,005	120	1800	640	17,8	23,18
2	0,1	200	2400	8	0,03	

Основываясь на полученных данных, проектируем технологические операции. Результаты представлены на технологических наладках и в технологической документации.

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Наиболее продолжительной операцией базового техпроцесса является расточная операция, на которой выполняется фрезерование поверхностей согласно эскиза (рисунок 3.1). Основным фактором, влияющим на время выполнения операции, является отсутствие стандартного станочного приспособления с наличием механизированного привода и возможностью реализации теоретической схемы базирования. Проведем проектирование такого приспособления с использованием методик и данных [21].

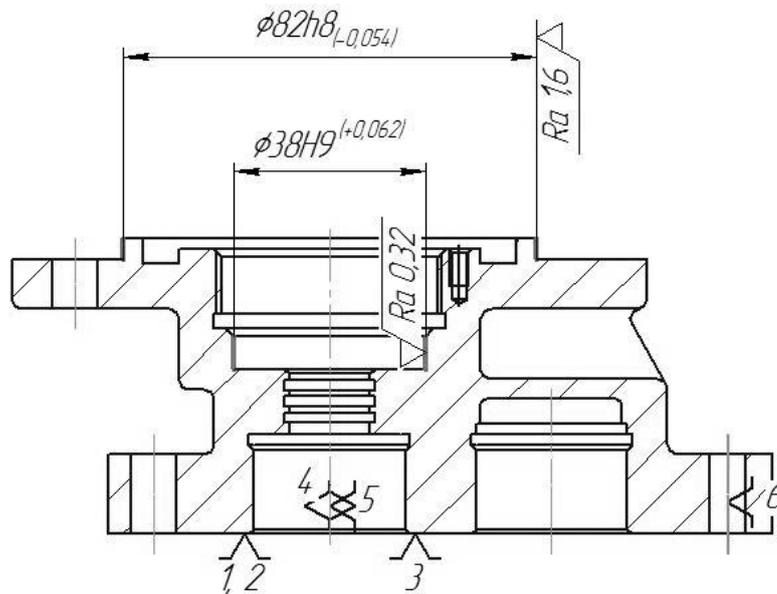


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

На первом этапе необходимо определить основные составляющие силы, возникающей в процессе резания P_z и P_y .

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^\omega Z}{D^q n^w} K_{\mu pz} \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , w , q , ω , $K_{\mu pz}$ - нормативные коэффициенты и степенные

показатели, характеризующие условия выполнения операции.

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 0,14^{0,86} \cdot 0,005^{0,72} \cdot 4,0^0 \cdot 4}{22^{0,86} \cdot 1800^{1,0}} \cdot 1,0 = 145 \text{ Н}$$

$$P_y = (0,85 \dots 0,95) \cdot P_z \quad (3.2)$$

$$P_y = 0,85 \cdot 145 = 123 \text{ Н.}$$

Зная составляющие силы резания можно определить усилие зажима на лепестках цанги W . Для этого составляем расчетную схему, представленную на рисунке 3.2. Искомое усилие находим из условия равновесия системы моментов сил резания $M_{P_{Pz}}$, $M_{P_{Py}}$ и сил закрепления $M_{3_{Pz}}$, $M_{3_{Py}}$.

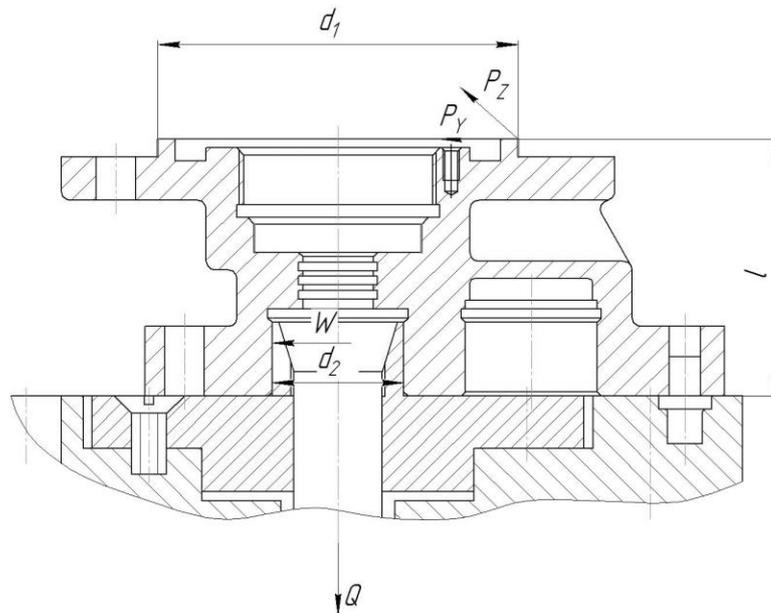


Рисунок 3.2 – Расчетная схема силы закрепления

Получаем:

$$M_{P_{Pz}} = P_z \cdot \frac{d_1}{2} \quad (3.3)$$

$$M_{3_{Pz}} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.4)$$

где f – коэффициент трения цанги и заготовки.

Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{3 \cdot f \cdot d_2} \quad (3.5)$$

где K - коэффициент, который учитывает условия при обработке и конструкцию приспособления

$$W = \frac{1,8 \cdot 145 \cdot 82}{3 \cdot 0,3 \cdot 30} = 4782 \text{ Н.}$$

Аналогичные расчеты проводим для второй составляющей силы резания.

$$M_{P_{PY}} = P_Y \cdot l \quad (3.6)$$

$$M_{3_{PZ}} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.7)$$

$$W = \frac{3 \cdot K \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \quad (3.8)$$

$$W = \frac{3 \cdot 2,52 \cdot 123 \cdot 60}{2 \cdot 0,3 \cdot 30} = 3100 \text{ Н.}$$

Расчет силового привода выполняется по наибольшему значению $W = 4782 \text{ Н.}$

Исходя из особенностей конструкции стола станка, а также учитывая, что силы закрепления незначительные в качестве привода приспособления применим мембранный пневмоцилиндр. Проектирование такого цилиндра сводится к выбору из стандартных [22] по усилию закрепления. В данном случае принимаем пневмоцилиндр с мембраной диаметром 200 мм. Он

способен развивать усилие в 6800 Н, что обеспечивает необходимое зажима и дает некоторый запас.

Для оценки точности приспособления на рисунке 3.3 представлена соответствующая расчетная схема.

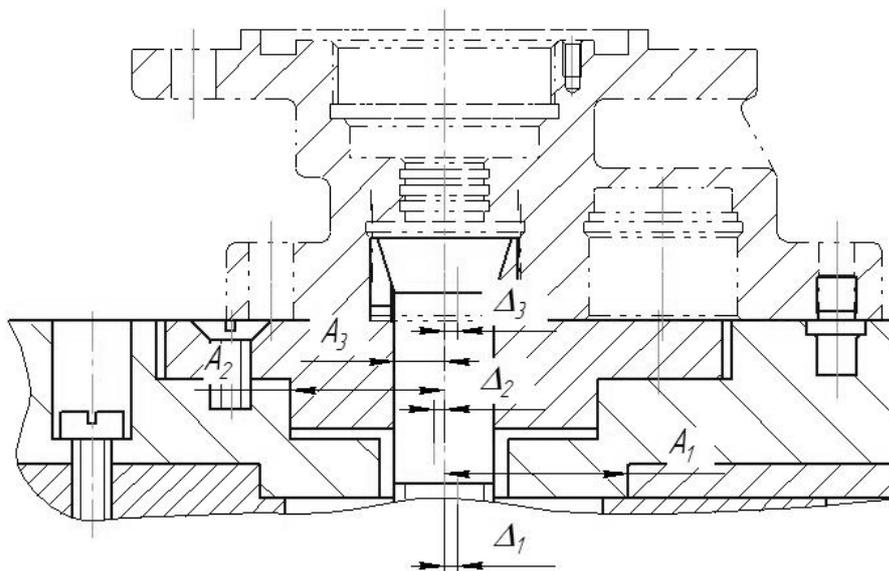


Рисунок 3.3 – Расчетная схема определения погрешностей

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

где Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 – погрешности допусков на изготовление и пространственных отклонений деталей приспособления.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Приспособление считается удовлетворяющим заданной точности, если выполняется условие:

$$\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{\text{don}} \quad (3.10)$$

Допускаемая погрешность равна:

$$\varepsilon_y^{\text{don}} = 0,3 \cdot Td \quad (3.11)$$

$$\varepsilon_y^{\text{don}} = 0,3 \cdot 0,072 = 0,024 \text{ мм.}$$

Условие выполнено.

3.2 Проектирование режущего инструмента

В проектируемом технологическом процессе большой объем сверлильных переходов, что обусловлено конструкцией детали. При сверлильной обработке возникает много проблем связанных с плохим отводом стружки из зоны резания и повышением температуры в зоне резания из-за затопления инструмента. При сверлении алюминиевых сплавов это недопустимо, т.к. может привести к получению брака. С целью решения этих проблем спроектируем специальное сверло. Проектирование выполним на примере сверления $\varnothing 28,845^{+0,21}$, с шероховатостью Ra 12,5 мкм по методике [23].

Определяем предельные размеры выполняемых отверстий: $D_{\text{min}} = 28,845$ мм, $D_{\text{max}} = 29,055$ мм.

Расчет диаметра инструмента проводится по формуле:

$$D_{\text{инстр}} = D_{\text{min}} + \frac{TD}{2} \quad (3.12)$$

где TD – допуск на отверстие.

$$D_{\text{инстр}} = 28,845 + \frac{0,21}{2} = 28,95 \text{ мм.}$$

Допуск на рабочий размер инструмента назначается исходя из точности обработки и должен быть на два квалитета точнее. Получаем размер рабочей поверхности инструмента $\varnothing 28,95_{-0,084}$.

Для обработки алюминиевых сплавов в качестве материала режущей части примем твердый сплав GS1220 "Sandvik". Данный материал достаточно дорогой поэтому из него выполним только режущие элементы в виде пластин, прикрепленных к корпусу сверла.

Размеры хвостовика сверла и его форму выбираем из опыта конструирования и размеров сверла. В данном случае применяем цилиндрический хвостовик $\varnothing 28 \pm 0,3$ мм.

Далее необходимо выполнить проверку хвостовика. Для этого необходимо сравнить момент, возникающий при сверлении с допускаемым передаваемым моментом хвостовиком.

Допускаемый момент определяется:

$$M = \mu \cdot P_3 \cdot D \quad (3.13)$$

где μ – коэффициент трения между хвостовиком и патроном;

P_3 - сила зажима патрона;

D - диаметр хвостовика.

$$M = 0,1 \cdot 80 \cdot 28 = 224 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент сверления равен $M_{кр} = 120$ Н·м.

Расчеты показали, что хвостовик сможет передавать необходимый момент.

Геометрия режущей части сверла также принимается по рекомендациям и представлена подробно на чертеже сверла.

Для достижения цели проектирования сверла в его конструкции имеются каналы для подвода смазочно-охлаждающей жидкости, выполненные по рекомендациям [24]. Такое решение позволит подать охлаждающую жидкость в зону резания, что приведет к значительному улучшению отвода стружки и температурного режима в зоне резания. В результате сверло будет иметь стойкость в 1,5-2 раза выше стандартного, позволит использовать более интенсивные режимы резания на 20-30% и обеспечит заданные параметры обработки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В ходе выполнения данного раздела необходимо выявить возможные вредные производственные факторы, которые могут воздействовать на работников участка механической обработки изготовления корпуса помпы. Выполнение раздела производится по данным литературы [25].

4.1 Назначение и планировка участка

Назначение участка заключается в осуществлении операций механической обработки корпуса помпы и других деталей данного типа в условиях среднесерийного производства. Планировка участка представлена на рисунке 4.1.

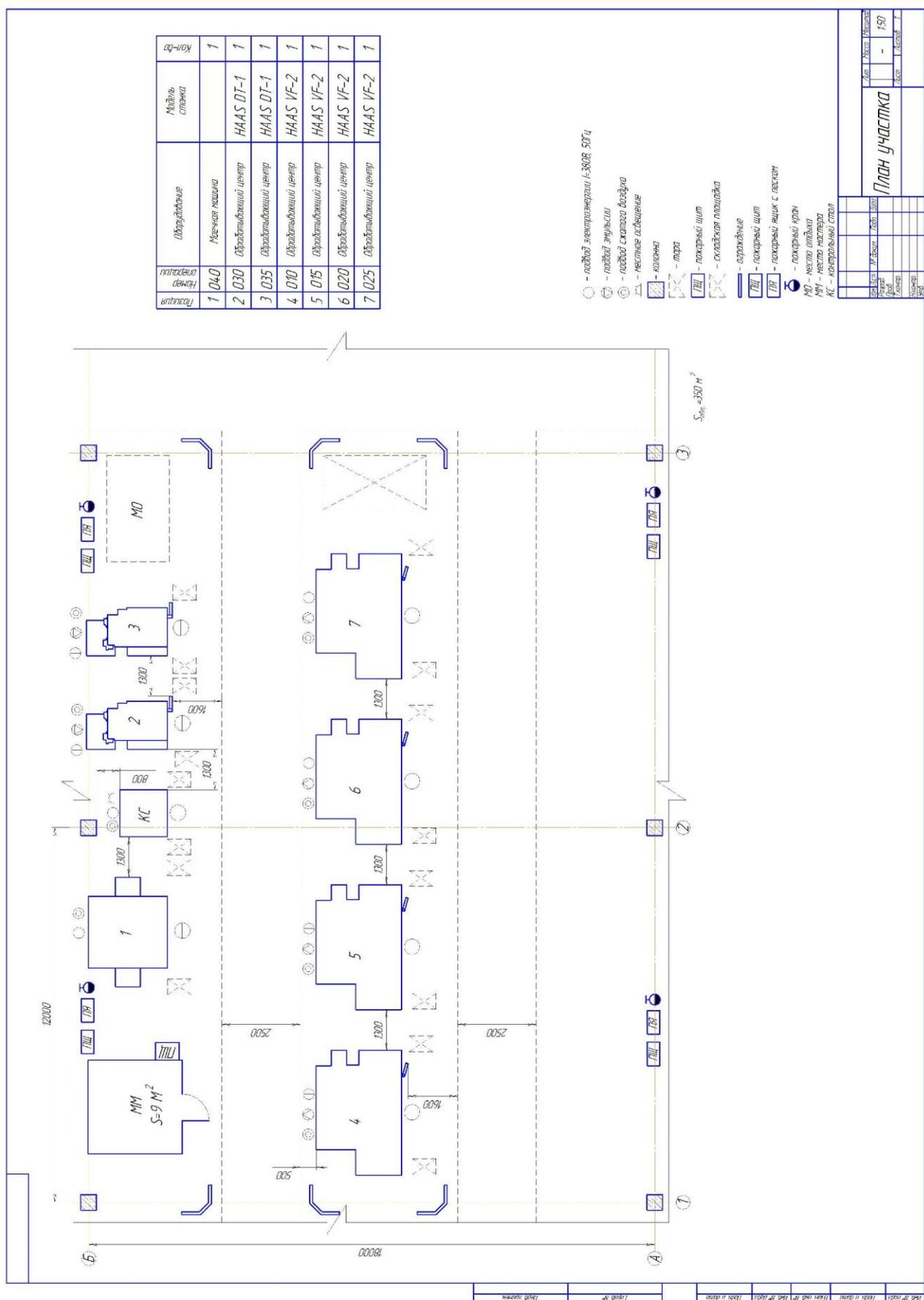


Рисунок 4.1 – План участка

4.2 Состав оборудования

Технологическое оборудование, применяемое на рассматриваемом участке, представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	4
2	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	2
3	Моечная машина	1
Итого:		7

4.3 Технологический маршрут изготовления

Маршрут изготовления корпуса помпы приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Литейный	000	Заготовительная	Литейная машина	Получение заготовки
Термический	005	Термическая		Закалка
Механический	010	Комбинированная	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	Фрезерование, сверление, расточивание, зенкерование,

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
				развертывание
Механический	015	Комбинированная	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	Фрезерование, сверление, растачивание
Механический	020	Комбинированная	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	Фрезерование, растачивание
Механический	025	Комбинированная	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	Фрезерование, растачивание, резьбонарезание
Механический	030	Расточная	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	Растачивание отверстий
Механический	035	Расточная	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	Растачивание отверстий
Механический	040	Моечная	-	Промывка, обдувка, сушка
Механический	045	Контрольная	-	Контроль основных параметров

Снижение времени изготовления детали производился за счет проектирования механизированного приспособления и специального режущего инструмента для расточных операций 030, 035. Определение вредных

производственных факторов и разработку мероприятий по снижению их воздействия на работников участка произведем для этих операций.

4.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Расточная	<p>1. Наличие стружки скалывания, отлетающей на значительные расстояния.</p> <p>2. Повышенная температура поверхностей заготовки.</p> <p>3. Повышенные уровни шума и вибраций.</p> <p>4. Пары смазочно-охлаждающей жидкости, используемой при механической обработки.</p>	<p>1. Использование специальной одежды и защитных очков, использование защитного экрана.</p> <p>2. Использование противозумных наушников, звукопоглощающих экранов.</p> <p>Использование для установки оборудования виброгасящих опор.</p> <p>Использование вибропоглощающих ковриков.</p> <p>3. Использование местной</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			принудительной вентиляции. Использование синтетических СОЖ.

В качестве вывода отметим, что анализ вредных факторов, который был произведен для данного участка, позволил разработать мероприятия по снижению их воздействия на работников.

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 технических решений.

Особенностью совершенствования технологического процесса является то, что предлагается заменить 2 операции базового варианта: фрезерную и сверлильную, на 1 операцию проектного варианта – комбинированную. Для объединения описанных операций в одну предлагается использоваться вертикальный обрабатывающий центр с числовым программным управлением, модель HAAS VF-2 со специальным зажимным приспособлением и специальным сверлом с пластиной GC1220 Sandvik. Описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 6000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [26]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;
- методика определения технологической себестоимости;
- методика калькулирования себестоимости;

– методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

– стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

– нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

– часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные на рисунке 5.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 30,82 руб., что составит 56,2%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового оборудования, оснастки и инструмента, а также появлением дополнительных затрат, связанных с проектированием нового технологического процесса.

Но, не смотря на то, что возрастают удельные капитальные вложения, технологическая и полная себестоимость уменьшатся на 35,4% и 38,8%, соответственно. Это вызвано тем, что благодаря замене оборудования, оснастки и инструмента, сократилась трудоемкость изготовления, что привело к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

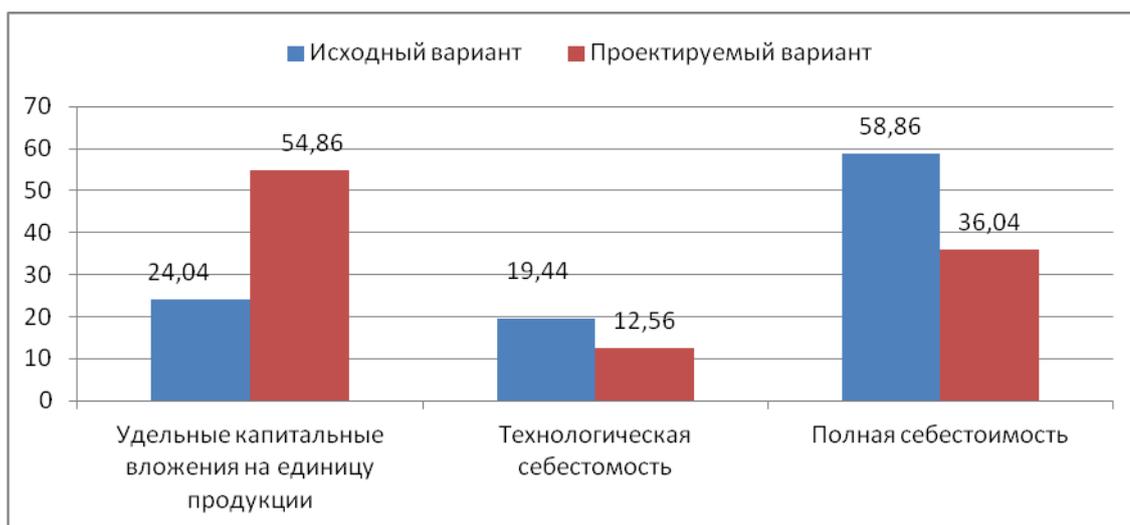


Рисунок 5.1 – Величины капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения предлагаемых изменений в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности данных изменений.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	109536
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	4
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$, руб.	59276,8
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,18

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по объединению 2-х операций в одну, как это описано выше.

Как видно из таблицы 5.1, окупаемость наступит в течение 4-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении порога срока окупаемости в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,18 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 59276,8 руб. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом работы стал технологический процесс изготовления корпуса помпы, спроектированный на базе типового техпроцесса, но имеющий более высокие показатели эффективности отраженные в результатах экономического обоснования работы. Такие результаты были достигнуты благодаря ряду факторов. Во-первых, заготовка была спроектирована на основе тщательно рассчитанных припусков, что сократило затраты на обработку, а ее выбор был рассчитан экономически. Во-вторых, при проектировании маршрута изготовления были учтены особенности детали и маршрут выстроен оптимально с точки зрения этих особенностей. В-третьих, применены современные средства оснащения, которые позволили применить более интенсивные режимы резания и как следствие сократить время на обработку. В-четвертых, неоптимальные по ряду признаков технологические операции модернизированы путем проектирования для них специальных средств оснащения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей : курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
2. <http://mashinform.ru/marochnik/aluminium/ak8l-byvsh-val5-al34-obj1657.html>.
3. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 320 с.
4. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.
5. Беляев, С. В. Основы металлургического и литейного производства : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению бакалавриата 22.03.02 "Металлургия" / С. В. Беляев, И. О. Леушин. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. - 207 с.
6. Клименков, С. С. Проектирование заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : практикум : учеб. пособие / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 269 с.
7. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
8. Иванов, И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
9. 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.

10. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 255 с.

11. Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Гриф УМО. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.

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

13. Пухаренко, Ю. В. Механическая обработка конструкционных материалов [Электронный ресурс] : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.

14. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

15. Маталин, А. А. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 512 с.

16. 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.

17. <http://haascnc.com>.

18. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва :

ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

19. <http://sandvik.coromant.com>.

20. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.

21. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 536 с.

22. 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.

23. Солоненко, В. Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.

24. Балла, О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ : Оборудование. Оснастка. Технология : учеб. пособие / О. М. Балла. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 364 с.

25. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

26. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A1			18.БР.ОТМП.380.65.000.00СБ	Сборочный чертеж			
				<u>Детали</u>			
A3	1		18.БР.ОТМП.380.65.001.00	Корпус	1		
A4	2		18.БР.ОТМП.380.65.002.00	Гильза	1		
A4	3		18.БР.ОТМП.380.65.003.00	Шток	1		
A4	4		18.БР.ОТМП.380.65.004.00	Поршень	1		
A2	5		18.БР.ОТМП.380.65.005.00	Опорная плита	1		
A3	6		18.БР.ОТМП.380.65.006.00	Кольцо	1		
A3	7		18.БР.ОТМП.380.65.007.00	Мембрана	1		
A4	8		18.БР.ОТМП.380.65.008.00	Гайка опорная М40	1		
A3	9		18.БР.ОТМП.380.65.009.00	Крышка	1		
A2	10		18.БР.ОТМП.380.65.010.00	Цанга	1		
A3	11		18.БР.ОТМП.380.65.011.00	Крышка	1		
A3	12		18.БР.ОТМП.380.65.012.00	Тяга	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		13		Манжета ГОСТ 8752-79	1		
		14		Винт М5х15 ГОСТ 1491-80	6		
		15		Винт М8х20 ГОСТ 14475-80	8		
		16		Винт М8х20 ГОСТ 14475-80	8		
		17		Пружина ГОСТ 13766-86	1		
			18.БР.ОТМП.380.65.000.00				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Худайкулова А.Х.			Лит.	Лист	
Пров.		Козлов А.А.			В	1	
Н.контр.		Виткалов В.Г.			Листов		
Утв.		Логинов Н.Ю.			2		
Приспособление станочное					ТГУ, ТМБз-1331		

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	Обозначение документа			
												ЕН	ОП	Кшт	Гвоз
Б					Код, наименование обработки										
А 19	XX XX XX	015	XXXX	Комбинированная.											
Б 20	381101	Обработать вращающийся центр	HaasVF-2 3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1				14,74
0 21	Обработать поверхность	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 35, 39	41, 45, 46	в размер	$\phi 37,68^{+0,25}$	$\phi 45^{+0,25}$	$\phi 60^{+0,5}$								
0 22	$\phi 74^{+0,5}$	$\phi 82,6^{+0,55}$	$\phi 9^{+0,15}$	60,25	58,25	56,5	55,25	44,25	44,25	34,25					
Т 23	396190	Писпособленные специальные:	391822	Фреза торцовая	R590-160Q40A-11M	H10	Sandvik								
Т 24	391213	Сверла	R850-0900-70-A1A	"Sandvik"	GS1220	392190	Резец	расточной	CCGX 12 04 08						
Т 25	AL H10	"Sandvik"	393450	Диаметр	HM-200	ГОСТ10-88	393311	Штангенциркуль	ШЦ-I						
26															
А 27	XX XX XX	020	XXXX	Комбинированная.											
Б 28	381101	Обработать вращающийся центр	HaasVF-2 3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1				1,43
0 29	Обработать поверхность	15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32	в размеры	$\phi 29,521^{+0,052}$	$\phi 27,8^{+0,21}$	$\phi 32^{+0,25}$	$\phi 17^{+0,18}$	32	37	39	60	38	36	35	
0 30	$\phi 29,521^{+0,052}$	$\phi 27,8^{+0,21}$	$\phi 32^{+0,25}$	$\phi 17^{+0,18}$	32	37	39	60	38	36	35				
0 31	33	$\phi 25^{+0,25}$	30	$\phi 27^{+0,25}$											
Т 32	396190	Писпособленные специальные:	391822	Фреза торцовая	R590-160Q40A-11M	H10	Sandvik								
Т 33	392190	Резец	расточной	CCGX 12 04 08	ALH10	"Sandvik"	392190	Резец	расточной	канавочный					
Т 34	CXS-05G200-5230R	"Sandvik"	393450	Диаметр	HM-40	ГОСТ10-88	393311	Штангенциркуль	ШЦ-I						
35															
А 36	XX XX XX	025	XXXX	Комбинированная.											
Б 37	381101	Обработать вращающийся центр	HaasVF-2 3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1				14,52
0 38	Обработать поверхность	5, 6, 8, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45	в размер	$\phi 37,88^{+0,1}$	$\phi 46^{+0,55}$	M45									
0 39	$\phi 81,8^{+0,067}$	56,25	44	50,5											
Т 40	396190	Писпособленные специальные:	391822	Фреза канцевая	R216.24-14050GAK26H	GS1640	Sandvik								
Т 41	392190	Резец	расточной	CCGX 12 04 08	ALH10	"Sandvik"	391213	Сверло	R840-0420-30-A1A						
МК															

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
T 42	"Sandvik" GC1220; 392190 Резец-вставка CXS-04 TH320UN-4015R "Sandvik"; 392190 Резец резьбой											
T 43	266RL-22MM02A250E GS1020 "Sandvik"; 393450 Нутромер HM-40 ГОСТ10-88; 394233 Микрометр											
T 44	МК-100 ГОСТ6507-90.											
45												
A 46	XX XX XX 030 4220 Расточная.											
B 47	381101 Обрабатывающий центр HaasDT-13 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 102											
0 48	Обрабатывать поверхности 18, 23, 31 в размеры $\phi 28^{+0,021}$, $\phi 30^{+0,021}$.											
T 49	396190 Пысасобление специальные; 392190 Резец расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 "Sandvik";											
T 50	393450 Нутромер HM-40 ГОСТ10-88.											
51												
A 52	XX XX XX 035 4220 Расточная.											
B 53	381101 Обрабатывающий центр HaasDT-13 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 10,18											
0 54	Обрабатывать поверхности 5, 45 в размеры $\phi 82_{-0,054}^{+0,062}$, $\phi 38^{+0,062}$.											
T 55	396190 Пысасобление специальные; 391822 Фреза концевая R390-022A20L-11L H13A Sandvik";											
T 56	392190 Резец расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 "Sandvik"; 393450 Нутромер HM-40 ГОСТ10-88;											
T 57	394233 Скода рычажная CP ГОСТ11098-75.											
58												
A 59	XX XX XX 040 Моечная.											
60												
A 61	XX XX XX 045 Контрольная.											
62												
63												
64												
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

