

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 крышки помпы

Студент	<u>Р.Ф. 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 Римма Фяритовна. Технологический процесс изготовления крышки помпы. Кафедра: «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ. Тольятти, 2018 г.

В работе спроектирован техпроцесс изготовления крышки помпы с учетом достижений в области технологии машиностроения. В процессе проектирования выбран оптимальный с точки зрения экономических показателей метод получения заготовки. На основе анализа действующих технологических процессов спроектирован маршрут обработки крышки помпы. Средства оснащения выбирались на основе анализа современного оборудования и инструмента. Проектирование технологических операций проводилось с учетом технологических возможностей современных средств оснащения. Для операций имеющих технологические недостатки произведено их совершенствование путем проектирования специального инструмента и оснастки.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	8
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	24
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	31
5 Экономическая эффективность работы.....	37
Заключение.....	41
Список используемых источников.....	42
Приложения.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения электричеством различного оборудования вне зоны досягаемости электросетей, а также для обеспечения мобильности этого оборудования используются генераторы. Принцип их работы основан на преобразовании энергии от сгорания топлива в электрическую энергию. Для обеспечения функционирования системы охлаждения используется водяная помпа, которая является одним из самых ответственных узлов генератора. Несмотря на это с целью обеспечения максимального снижения веса, помпа должна быть компактной и легкой.

Исходя из выше сказанного, основной целью, достижению которой посвящена данная работа является разработка технологии изготовления крышки помпы обеспечивающей все показатели, заложенные конструктором, при условии изготовления всей программы выпуска с наименьшими затратами.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Крышка помпы служит для установки и базирования в нем различных деталей помпы. Конфигурацию поверхностей детали как наружных, так и внутренних достаточно сложная. Установка и базирование крышки помпы осуществляется на корпус помпы при помощи штифтов и винтов.

При работе генератор является источником вибраций, которые могут быть значительными по величине и различными по направлению. Воздействие этих вибраций распространяется в том числе на крышку помпы. Среда работы крышки зависит от условий, в которых эксплуатируется сам генератор и может существенно отличаться. Самый неблагоприятный вариант работы это работа на открытом воздухе и в агрессивных воздушных средах химических производств. Такие условия могут негативно сказаться на сроке эксплуатации крышки.

1.2 Технологичность детали

Оценка технологичности детали проводится по различным критериям. К основным критериям относятся оценка материала заготовки, оценка конфигурации детали, оценка механической обработки. Проведем соответствующий анализ [1].

Материал детали оцениваем по его химическому составу и механическим свойствам. Химический состав сплава АК-8 ГОСТ 1583-93 [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. Механические свойства $\sigma_B = 157$ МПа. Исходя из полученных данных, можно сказать, что материал имеет достаточно хорошие технологические показатели. Материал обладает хорошими литейными свойствами, не требует специальных методов термической и механической обработки, хорошо поддается резанию, о чем свидетельствуют показатели обрабатываемости: $K_0 = 1,1$ и $K_0 = 1,0$ для твердосплавного и быстрорежущего инструмента соответственно.

Конфигурация детали сложная с множеством несоосных ступенчатых отверстий и наружных поверхностей несимметричных форм. При этом все размеры поверхностей приняты в соответствии с нормальным рядом чисел. Можно сделать выводы о том, что конфигурация детали усложняет механическую обработку. В первую очередь это относится к внутренним поверхностям. При проектировании техпроцесса можно использовать универсальные и стандартные средства оснащения.

Механическая обработка крышки определяется точностными характеристиками ее поверхностей. В данном случае имеется ряд достаточно точных поверхностей, что приведет к увеличению технологических операций. Базирование детали затруднено из-за ее формы. Однако имеются ряд поверхностей, которые отвечают всем требованиям к базам. Например, наружные поверхности бабышек под шланги, внутренняя и наружная цилиндрические поверхности, отверстия под штифты и плоскости. Следовательно, все операции механической обработки являются типовыми и можно применить для их проектирования типовой технологический процесс.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Проведение анализа параметров техпроцесса зависит от типа производства, который определяется из массы крышки помпы и данных о годовой программе изготовления (6000 штук в год) [3]. С целью облегчения расчетов и увеличения их точности была построена 3-х мерная модель детали в программе «Компас 3D» (рис. 1.1). Расчет массы производится автоматически. Получим: $M_d = 0,85$ кг.



Рисунок 1.1 - Трехмерная модель детали

В соответствии с имеющимися данными определяем тип производства как среднесерийный.

Проводим анализ параметров техпроцесса.

Стратегия проектирования техпроцесса последовательная с применением типовых техпроцессов непоточной формой организации выпуска деталей партиями.

Маршрут изготовления строится с применением последовательных временных структур операций. При этом оборудование настраивается заранее. Возможно применения контроля во время обработки (адаптивного).

Применение средств оснащения ограничивается необходимостью обеспечения гибкости производства. В основном используются станки с системами числового программного управления, стандартные и универсальные приспособления, инструменты и контрольные приборы. Возможно применение и специальных средств оснащения, но такое решение должно быть обосновано либо техническими причинами, либо экономическими.

1.4 Задачи работы

Проведенный анализ позволил выявить ряд задач, которые необходимо решить.

На первом этапе необходимо произвести выбор метода получения заготовок. Для этого нужно провести экономический анализ возможных методов получения заготовок. Далее необходимо определить припуски на обработку через соответствующие расчеты.

На следующем этапе необходимо сформировать маршрут обработки в соответствии с формой крышки и ее особенностями. Произвести выбор средств оснащения с учетом современных требований и проектирование операций механической обработки.

На заключительном этапе необходимо спроектировать специальные средства оснащения для операций, имеющих технические недостатки. Эффективность решений доказать экономическими расчетами.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

Анализ параметров техпроцесса показал, что лучшими методами получения заготовки для крышки помпы являются методы литья. В данном случае, исходя из марки материала, это методы литья в землю и в кокиль.

Выбор метода производится на основе анализа стоимости изготовления детали из заготовок, полученных разными методами [4]:

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

где C_{3i} – стоимость получения заготовки;

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

Стоимость получения заготовки:

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

где C_M – стоимость материала заготовки;

M_3 – масса заготовки;

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

Масса заготовки определяется по массе детали M_δ , которая была определена ранее и коэффициента K_p , учитывающего особенности процесса штамповки:

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

Для отливки в земляные формы получаем $M_{31} = 0,85 \cdot 1,5 = 1,28$ кг.

Для отливки в кокиль $M_{32} = 0,85 \cdot 1,3 = 1,11$ кг.

$$C_{31} = \frac{50000 \cdot 1,28 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 69,12 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{50000 \cdot 1,11 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 64,94 \text{ руб.}$$

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.

$$C_{OBR1} = \frac{400 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1 \right) \cdot 0,85}{1,1} = 152,2 \text{ руб.}$$

$$C_{OBR2} = \frac{400 \cdot \left(\frac{1}{0,77} - 1 \right) \cdot 0,85}{1,1} = 92,3 \text{ руб.}$$

Тогда стоимости изготовления детали из заготовок, полученных разными методами равны:

$$C_1 = 69,12 + 152,2 = 221,32 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 64,94 + 92,3 = 157,24 \text{ руб.}$$

Как видно из экономического сравнения минимальные суммарные затраты для заготовки получаемой литьем в кокиль.

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки связано в первую очередь с определением припусков на обработку поверхностей и напусков. Для решения этой задачи необходимо определить маршруты обработки для каждой поверхности [5]. Следует учесть, что маршрут обработки поверхности зависит в первую очередь от характеристики поверхностного слоя и необходимой точности выполнения

размера. С целью облегчения формирования маршрутов каждой поверхности присвоим свой номер, результаты представлены на рисунке 2.1. Получим следующие маршруты обработки.

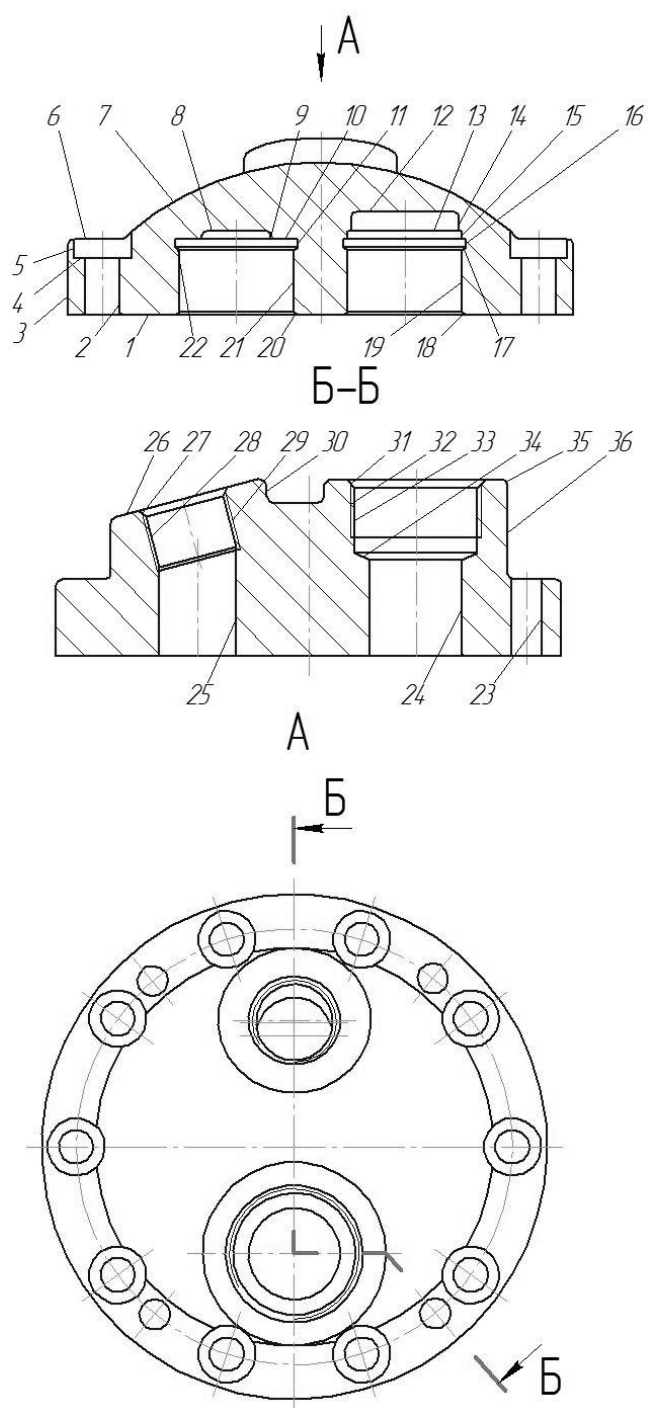


Рисунок 2.1 – Номера поверхностей

Маршрут обработки поверхности 1: фрезерование черновое и чистовое.

Маршрут обработки поверхностей 2, 4, 5, 24, 25, 28, 33: сверление.

Маршрут обработки поверхности 6: фрезерование черновое, чистовое и тонкое.

Маршрут обработки поверхностей 8, 9, 13: растачивание черновое.

Маршрут обработки поверхностей 11, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 27, 31, 34: растачивание чистовое.

Маршрут обработки поверхностей 10, 12, 14: растачивание черновое, чистовое и тонкое.

Маршрут обработки поверхностей 19, 21: сверление, растачивание чистовое и тонкое.

Маршрут обработки поверхности 23: сверление, зенкерование, развертывание.

Маршрут обработки поверхности 26: фрезерование черновое.

Маршрут обработки поверхностей 29, 32: резбонарезание.

Следующим этапом проектирования заготовки является расчет припусков для каждой поверхности на каждый переход. Для самой точной поверхности $\varnothing 30H7(^{+0,021})$ припуск необходимо определить максимально точно, т.к. она имеет самое большое количество технологических переходов, и завышенные припуски скажутся на стоимости обработки. Решение данной задачи проводим по методике [6].

Определяем составляющие для расчета минимального припуска комплексную величину a , отклонения Δ , погрешность ε и производим расчет самого припуска.

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

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

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

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

Исходя из минимального припуска и полей допусков TD рассчитываем максимальный:

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

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

Среднее значение припусков:

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

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

Определяем размеры на технологические операции:

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

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

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

Средние размеры на технологические операции:

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

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

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

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

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

Общие припуски равны:

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

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

$$2Z_{cp} = \sqrt{2Z_{\min} + 2Z_{\max}} / 2 \quad (2.13)$$

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

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

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

Для других поверхностей допускается определение припусков по упрощенной методике [7]. В этом случае минимальные припуски определяются по статистическим данным, а максимальные рассчитываются по формуле (2.6).

Поверхность 1 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 6 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 10 переход растачивание $Z_{\min} = 0,15$ мм, $Z_{\max} = 1,28$ мм.

Поверхность 12 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.

Поверхность 23 переход зенкерование $Z_{\min} = 0,4$ мм, $Z_{\max} = 0,49$ мм,
переход развертывание $Z_{\min} = 0,1$ мм, $Z_{\max} = 0,13$ мм.

Поверхность 26 переход фрезерование $Z_{\min} = 0,55$ мм, $Z_{\max} = 1,7$ мм.

Поверхность 28 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 33 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.

На последнем этапе проектирования заготовки необходимо определить технологические напуски и характеристики заготовки [8], а также спроектировать рабочий чертеж.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления детали один из самых важных этапов проектирования техпроцесса. Решения, принимаемые на данном этапе, напрямую влияют на экономические показатели техпроцесса.

Согласно рекомендациям [9] для решения данной задачи рекомендуется использовать типовые маршруты изготовления деталей типа крышка, которые представлены в литературе [10, 11]. Суть такого метода заключается в том, что сначала анализируются все возможные типовые маршруты и выбирается из них прототип. Затем формируется искомый маршрут путем отбрасывания из прототипа ненужных операций.

На основе полученного маршрута формируется план изготовления в виде графического документа. Кроме информации об операциях и обрабатываемых поверхностях в данном документе [12] изображаются эскизы на каждую операцию, указываются станки, выбранные по результатам выбора средств оснащения, и рассчитанные допуски на операционные размеры.

Таблица 2.1 – Маршрут изготовления

№	Переход	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Название операции
1	ТО	все поверхности	005	Термическая
2	Фрезерование	1	010	Комбинированная
3	Сверление	19, 21, 23, 24, 25		
4	Растачивание	8, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 21		
5	Зенкерование	23		
6	Развертывание	23		
7	Фрезерование	6, 26, 31	015	Комбинированная
8	Сверление	2, 4, 5, 28, 33		
9	Растачивание	27, 28, 29, 32, 33, 34		
10	Фрезерование	1	020	Комбинированная
11	Растачивание	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22		
12	Фрезерование	6	025	Фрезерная
13	Растачивание	14, 19, 21	030	Расточная
14	Очистка	все поверхности	040	Моечная
15	Измерения	все поверхности	045	Контрольная

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Данный этап технологического проектирования влияет на все параметры технологического процесса изготовления крышки помпы. В первую очередь средства оснащения должны отвечать всем требованиям среднесерийного типа производства, обеспечивать заданную производительность, точность изготовления и реализацию схем базирования. Для выбора соответствующих этим требованиям средств оснащения используем данные [13, 14, 15, 16, 17].

Таблица 2.2 – Металлорежущее оборудование

№ операции	Наименование	Переходы	Номера поверхностей	Точность	Станок
1	2	3	4	5	6
005	Термическая	ТО	все		
010	Комбинированная	Фрезерование, сверление, растачивание, зенкерование, развертывание	8, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 21, 23, 24, 25	12, 10, 7	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
015	Комбинированная	Фрезерование, сверление, растачивание	2, 4, 5, 6, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34	12, 10	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
020	Комбинированная	Фрезерование, растачивание	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22	9	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2
025	Фрезерная	Фрезерование	6	9	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
030	Расточная	Растачивание отверстий	14, 19, 21	7	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1
035	Моечная	Мойка	Все		
040	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, зенкерование, развертывание	Упоры	Губки призматические	Приспособление самоцентрирующее специальное
015	Комбинированная	Фрезерование,	Опоры плоские,	Кулачки	Приспособление

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
		сверление, расточивание	палец цилиндрический		специальное
020	Комбинированная	Фрезерование, расточивание	Опоры плоские, палец ромбический	Губки плоские	Приспособление специальное
025	Фрезерная	Фрезерование	Опоры плоские, палец цилиндрический	Губки плоские	Приспособление специальное
030	Расточная	Растачивание отверстий	Опоры плоские, палец ромбический	Губки плоские	Приспособление специальное
035	Моечная	Мойка			
040	Контрольная	Контроль			

Таблица 2.4 - Металлообрабатывающие инструменты

№ операции	Наименование	Переходы	Режущий материал	Конструкция	Инструмент
1	2	3	4	5	6
010	Комбинированная	Фрезерование, сверление, растачивание, зенкерование, развертывание	P6M5K5, GC1220, H10	Фреза торцевая, Сверла, Зенкер, Развертка, Резец расточной	Фреза торцевая P6M5K5 специальная Ø160, Сверло R850-2000-70-A1A GC1220 Sandvik, Сверло R850-2400-70-A1A GC1220 Sandvik, Сверло R850-2800-70-A1A GC1220 Sandvik, Сверло R850-0700-70-A1A GC1220 Sandvik, Зенкер C3-R825A-FAB208A GC1220 Sandvik, Развертка 830B-E06D0800H7S12 GC1220 Sandvik, Резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik
015	Комбинированная	Фрезерование,	P6M5K5	Фреза концевая	Фреза концевая P6M5K5

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		сверление, расточивание	GC1220, H10, GC1025	Сверло ступенчатое, Фреза концевая, Сверла, Резец расточной, Фреза резьбовая	специальная Ø20, Сверло ступенчатое R416.21-0090L25-21 GC1220 Sandvik, Фреза концевая P6M5K5 специальная Ø60, Сверло R411.5-19554D19.50 GC1220 Sandvik, Сверло R411.5- 28534D28.50 GC1220 Sandvik, Резец расточной CCGX 12 04 08- AL H10 Sandvik, Фреза резьбовая 327R12-22 450MM-TH Sandvik
020	Комбинированная	Фрезерование, расточивание	P6M5K5, H10, GC1025	Фреза концевая, Резец расточной, Резец расточной канавочный	Фреза концевая P6M5K5 специальная Ø20, Резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik, Резец расточной канавочный CXS-05G200-5230R GC1025 Sandvik
025	Фрезерная	Фрезерование	P6M5K5	Фреза концевая	Фреза концевая P6M5K5

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
					специальная Ø20
030	Расточная	Растачивание отверстий	H10	Резец расточной	Резец токарный расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 Sandvik
035	Моечная	Мойка детали			
040	Контрольная	Контроль			

Таблица 2.5 - Контрольные приборы

№ операции	Наименование	Точность	Приспособления
010	Комбинированная	12, 7	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
015	Комбинированная	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89, калибр, нутромер ГОСТ10-88
020	Комбинированная	9	Скоба рычажная ГОСТ 7470-92, нутромер НМ-40 ГОСТ10-88
025	Фрезерная	9	Скоба рычажная ГОСТ 7470-92
030	Расточная	7	Нутромер ГОСТ10-88

2.5 Определение режимов резания

В соответствии с принятыми рекомендациями режимы зависят от ряда факторов. Наиболее важные из них это: состояние обрабатываемой поверхности и ее твердость; предполагаемая глубина срезаемого слоя, которая, как правило, равна припуску на выполнение данного перехода; материал и состояние режущей части инструмента и его конструкция; технологические возможности металлорежущего станка.

Режимы резания для проектирования операций технологического процесса изготовления крышки помпы могут быть определены на основе расчетно-аналитического метода с учетом рекомендаций производителя режущего инструмента [16], который был выбран в ходе выполнения п.2.4.

Таблица 2.6 - Определение режимов резания

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o	$T_{шт}$
010 Комбинированная						
1	0,2	220	3800	138	0,05	1,45
2	0,4	200	2700	30	0,03	
3	0,4	200	3200	30	0,02	
4	0,1	100	4000	92	0,23	
5	0,5	36	1400	92	0,13	
6	0,25	95	3600	92	0,1	
7	0,4	200	2100	52	0,06	
8	0,5	410	4200	70	0,03	
015 Комбинированная						
1	0,1	112	1800	362	2,01	4,37
2	0,1	100	2100	230	1,1	
3	0,2	734	3900	102	0,13	
4	0,4	201	2900	17	0,02	
5	0,4	198	1900	23	0,03	
6	0,5	410	4200	42	0,02	
7	0,089	285	7600	173	0,26	
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	
025 Фрезерная						
1	0,5	425	7200	138	0,04	0,84
030 Комбинированная						
1	0,1	400	4200	50	0,12	0,92

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Станочное приспособление проектируем для одной из самых сложных с точки зрения реализации теоретической схемы базирования и осуществления механизации процесса закрепления 015 операции, представленной на рисунке 3.1. Решение описанных проблем, применением для проектирования методики [18] и справочных данных [19], позволит сократить время на проведение данной операции за счет снижения вспомогательного времени.

На первом этапе необходимо определить осевую силу P_o и крутящий момент $M_{кр}$, возникающие в процессе сверления.

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p \quad (3.1)$$

$$P_o = 10C_P t^x s^y K_p \quad (3.2)$$

где C_M , C_P , x , y , q , K_p - нормативные коэффициенты и степенные показатели, характеризующие условия выполнения операции.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 30^{2,0} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,85 = 44,11 \text{ Нм.}$$

$$P_o = 10 \cdot 31,5 \cdot 15^0 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,85 = 128,64 \text{ Н.}$$

На втором этапе необходимо определить усилие необходимое для закрепления заготовки в приспособления W . Для этого выводим формулу для определения момента, создаваемого данным усилием:

$$M_з = 2W' \cdot f \cdot d_з \quad (3.3)$$

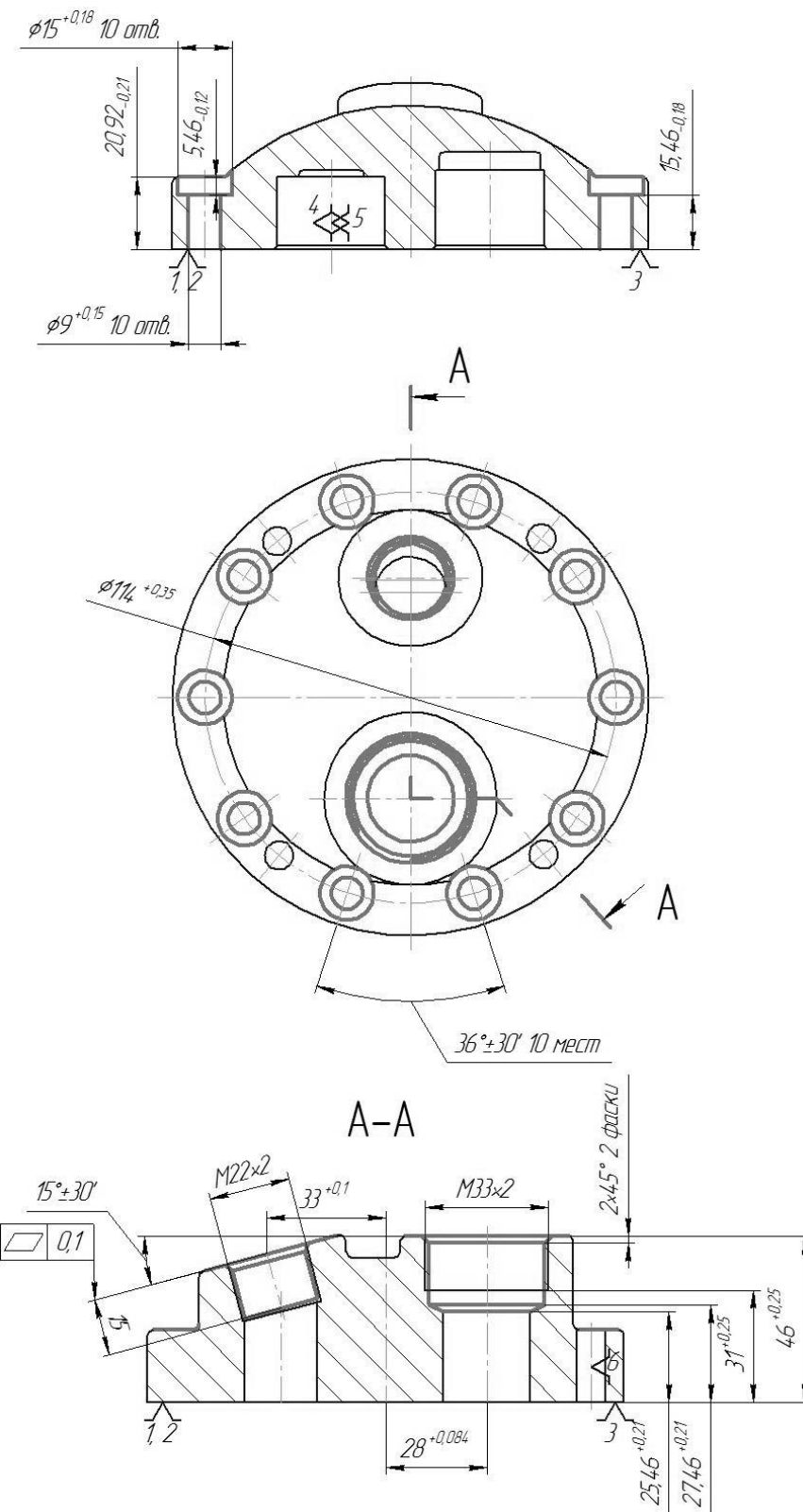


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Для надежного закрепления заготовки необходимо, чтобы $M_{кр}$ и M_3 были равны. Исходя из этого условия, определяем искомое усилие.

$$W' = \frac{M_P \cdot k}{2fd_3} \quad (3.4)$$

где k - коэффициент, который вводится в данную формулу для компенсации разнообразных не учтенных факторов, возникающих при обработке.

$$W' = \frac{44,11 \cdot 2,48}{2 \cdot 0,16 \cdot 30} = 11,39 \text{ Н.}$$

Для удержания заготовки от воздействия осевой силы усилие определяется аналогично из условия равенства с силой трения с опорной поверхностью.

$$F_{TP} = 8W'' \cdot f \quad (3.5)$$

Получим:

$$W'' = \frac{P_o \cdot k}{8 \cdot f} \quad (3.6)$$

$$W'' = \frac{128,64 \cdot 2,5}{8 \cdot 0,16} = 251,25 \text{ Н.}$$

На следующем этапе проводим расчет силового привода, который будет развивать необходимое усилие закрепления Q . В качестве Q принимаем большее из значений W .

Опыт проектирования показывает, что для незначительных усилий можно применять пневмопривод, как более дешевый в производстве и эксплуатации.

В этом случае поршень привода должен иметь диаметр:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.7)$$

где P - давление воздуха.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{252}{0,4}} = 56 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное большее значение 60мм.

Определим время срабатывания привода:

$$\tau = \frac{G}{S_k V} \quad (3.8)$$

где G - объем полости, которую должен заполнить воздух;

S_k - площадь сечения канала для подвода воздуха.

V - скорость воздуха.

$$\tau = \frac{28,26}{0,785 \cdot 40} = 0,9 \text{ с.}$$

Время срабатывания привода мало и не повлияет на продолжительность операции.

На заключительном этапе проектирования приспособления определяется точность установки в нем заготовки. Для этого составляется, представленная на рисунке 3.2, расчетная схема определения погрешностей. Из данной схемы выводим уравнение для определения погрешности:

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

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

Полученная погрешность должна быть меньше либо равна допустимой погрешности ε_y^{don} , которая определяется из равенства:

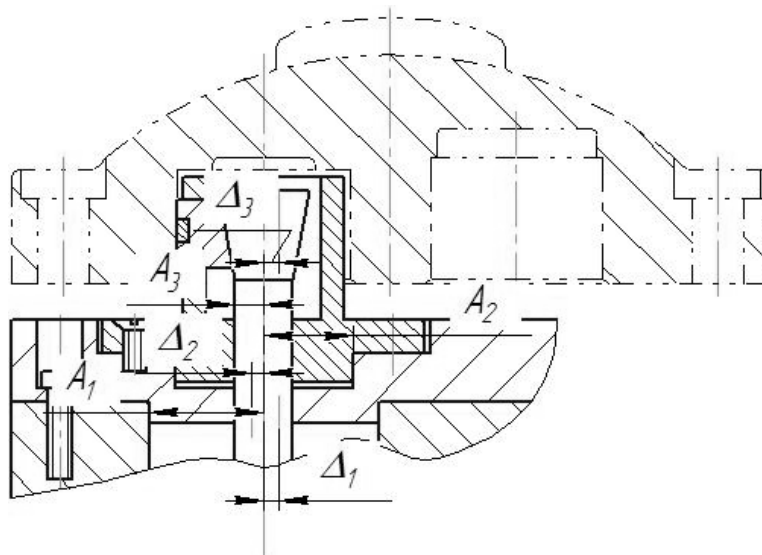


Рисунок 3.2 – Расчетная схема определения погрешностей

$$\varepsilon_y^{don} = 0,3 \cdot Td \quad (3.10)$$

Получаем:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,026 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y^{don} = 0,3 \cdot 0,084 = 0,025 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$ выполнено. Следовательно оправка обеспечивает необходимую точность.

Приспособление содержит оправку и силовой привод. Оправка содержит корпус 3, в котором находится плунжер 4, связанная с силовым приводом штоком 7, цилиндрический палец 24 и опоры 25.

Силовой привод содержит: корпус 7, в котором устанавливается поршень 8 на штоке 6. Корпус закрыт крышкой 9.

Принцип работы оправки заключается в следующем. Заготовка базируется по опорам и цилиндрическому пальцу. Воздух подается в верхнюю полость поршень со штоком и плунжером перемещается вниз, в результате чего кулачки расходятся, и происходит закрепление заготовки. После проведения механической обработки происходит подача воздуха в нижнюю полость, и

система возвращается в исходное положение, происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование режущего инструмента

В проектируемом технологическом процессе для обработки плоскостей используется сборная концевая фреза импортного производства, которая является достаточно дорогостоящей. Заменяем данную фрезу путем проектирования специальной фрезы с применением методики [20] и справочных данных [21].

Принимаем решение использовать сборную конструкцию фрезы, т.к. это экономит дорогостоящий инструментальный материал, из которого изготовим только режущую часть. В данном случае выполним режущую часть в виде пластин из спекаемого сплава на основе быстрорежущей стали P6M5K5. Применение данного сплава позволит заменить более дорогостоящий импортный аналог.

Согласно имеющихся справочных данных при обработке алюминиевого сплава с указанными ранее режимами фреза должна иметь следующую геометрию: $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $\alpha = 15^\circ$, $\alpha_1 = 10^\circ$, $\gamma = 20^\circ$, $\gamma_1 = 10^\circ$.

Выбираем конструкцию фрезы с механическим креплением многогранной пластины.

Положение паза в который вставляется пластина определяется углом β расположения плоскости $N-N$. В данной плоскости пластина должна быть повернута на угол μ .

Производим соответствующие расчеты:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varepsilon} \quad (3.11)$$

$$\varepsilon = 180 \cdot (n - 2) / n \quad (3.12)$$

$$\varepsilon = 180 \cdot (3 - 2) / 3 = 60$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} 15 \cdot \sin 60}{\operatorname{tg} 10 + \operatorname{tg} 15 \cdot \cos 60} = 0,75$$

Соответственно $\beta = 37^\circ$.

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta} \quad (3.13)$$

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\operatorname{tg} 15}{\sin 37} = 0,45$$

Соответственно $\mu = 24^\circ$.

Для выполнения рабочего чертежа удобнее знать угол между осью фрезы и $N-N$:

$$\psi = \varphi + \beta - 90^\circ \quad (3.14)$$

$$\psi = 90 + 37 - 90 = 37^\circ$$

Крепление пластин осуществим через винты, поэтому необходимо определить их минимально допустимый диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}} \quad (3.15)$$

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н}; \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

При конструировании системы крепления пластин учтем, что винт должен быть не менее 1,6 мм. Более подробно система крепления представлена на чертеже фрезы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача данного раздела заключается в выявлении возможных вредных факторов, воздействующих на работников на участке по изготовлению крышки помпы. Данный раздел выполняем по методике [22].

4.1 Назначение и планировка участка

Основным назначением участка является механическая обработка крышки помпы. Участок функционирует в условиях среднесерийного производства, следовательно, на данном участке будут изготавливаться и другие детали данного типа. На рисунке 4.1 представлена планировка участка механической обработки крышки помпы.

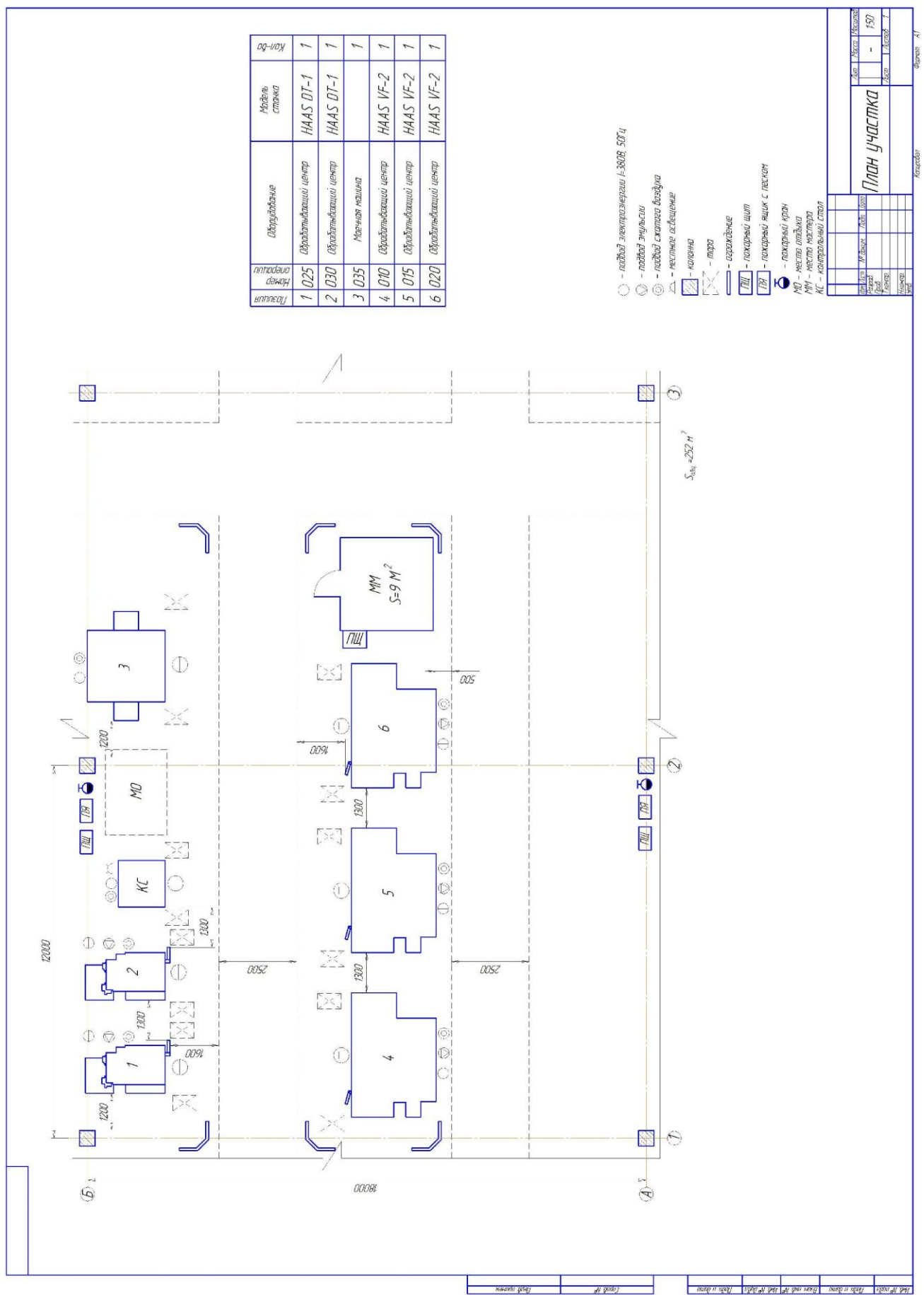


Рисунок 4.1 – План участка

4.2 Состав оборудования

В таблице 4.1 приведено технологическое оборудование, применяемое для механической обработки крышки помпы.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	3
2	Вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	2
3	Моечная машина	1
Итого:		6

4.3 Технологический маршрут изготовления

В таблице 4.2 представлен технологический маршрут изготовления крышки помпы.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления крышки помпы.

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Литейный	000	Заготовительная	Литейная машина	Получение заготовки
Термический	005	Термообработка		Закалка
Механический	010	Комбинированная	Вертикальный	Фрезерование,

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
			обрабатывающ ий центр Haas VF-2	сверление, расточивание, зенкерование, развертывание
Механический	015	Комбинированн ая	Вертикальный обрабатывающ ий центр Haas VF-2	Фрезерование, сверление, расточивание
Механический	020	Комбинированн ая	Вертикальный обрабатывающ ий центр Haas VF-2	Фрезерование, расточивание
Механический	025	Фрезерная	Вертикально- фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	Фрезерование
Механический	030	Расточная	Вертикально- фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	Растачивание отверстий
Механический	055	Моечная	-	Промывка, обдувка, сушка
Механический	060	Контрольная	-	Контроль основных параметров

Для улучшения показателей техпроцесса были модернизированы комбинированная операция 015 и расточная операция 030, поэтому определение вредных производственных факторов и разработку мероприятий

по снижению их воздействия на работников участка производим для данных операций.

4.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволяют уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Комбинированная	<p>1. Повышенная температура поверхности заготовки.</p> <p>2. Отлетающая стружка.</p> <p>3. Повышенный уровень шума и вибраций.</p> <p>4. Пары СОЖ, возникающие в процессе механической обработки.</p>	<p>1. Использование защитных очков и спецодежды.</p> <p>Использование защитного экрана.</p> <p>2. Использование противозумных наушников, беруш, звукопоглощающих экранов.</p> <p>Использование виброгасящих матов. Установка оборудования на виброопоры.</p> <p>3. Использование местной вытяжки.</p> <p>4. Использование синтетических</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			СОЖ.
2	Расточная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенная температура поверхности заготовки. 2. Отлетающая стружка. 3. Повышенный уровень шума и вибраций. 4. Пары СОЖ, возникающие в процессе механической обработки. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование защитных очков и спецодежды. Использование защитного экрана. 2. Использование противошумных наушников, беруш, звукопоглощающих экранов. Использование виброгасящих матов. Установка оборудования на виброопоры. 3. Использование местной вытяжки. 4. Использование синтетических СОЖ.

Вывод: проведенный анализ вредных факторов на рассматриваемом участке 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 концевой фрезой $\varnothing 60$ из спекаемой стали. 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 [23]:

- 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 38,15 руб., что составит 51,8%. 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 15,6% и 18,7%, 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.

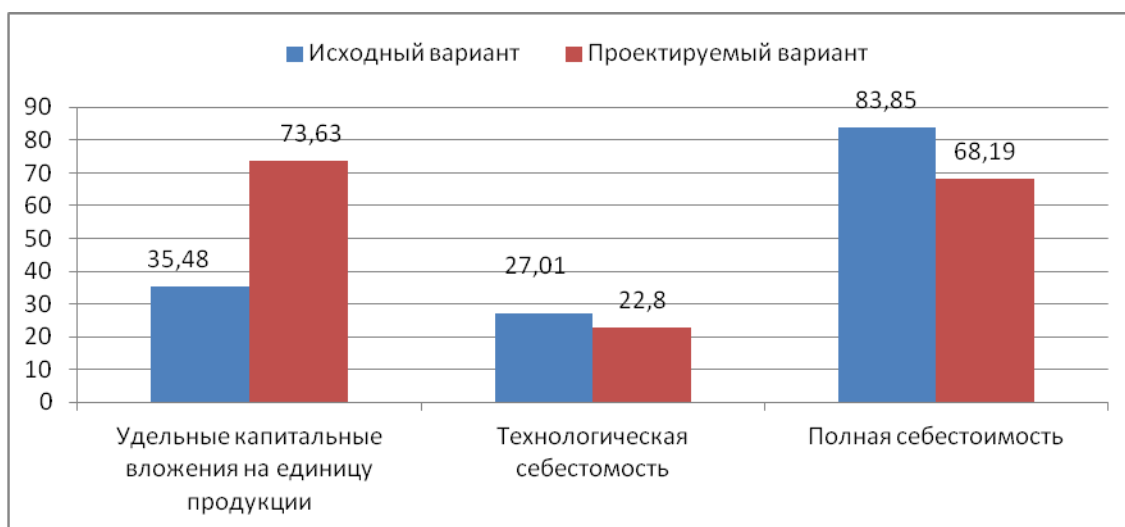


Рисунок 5.1 – Величины капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения данных 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 внесения 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.	75168
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ОК}}$, лет	4
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД}$, руб.	46177,9
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,17

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 – 1,17 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 46177,9 руб. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектированный технологический процесс изготовления крышки помпы отвечает всем требованиям, предъявленным к нему в ходе постановки задач. Выбран метод получения заготовок путем проведения экономического анализа возможных методов получения заготовок. Определены припуски на обработку через соответствующие расчеты. Сформирован маршрут обработки в соответствии с формой крышки и ее особенностями. Произведен выбор средств оснащения с учетом современных требований и спроектированы операции механической обработки. Спроектированы специальные средства оснащения для операций, имеющих технические недостатки. Эффективность решений доказана экономическими расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.
2. <http://mashinform.ru/marochnik/aluminium/ak8l-byvsh-val5-al34-obj1657.html>.
3. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.
4. 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.
5. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 320 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. 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.
8. 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.
9. Иванов, И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] :

учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

10.. 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.

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

12.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.

13.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.

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

15.Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

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

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

18.Иванов, И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

19.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.

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

21. Боровский, Г. В. Справочник инструментальщика / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - 2-е изд., испр. - Москва : Машиностроение, 2007. - 463 с.

22. 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.

23. 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
				Документация		
A1			18.БР.ОТМП.381.65.000.00СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		18.БР.ОТМП.381.65.001.00	Корпус	1	
A4	2		18.БР.ОТМП.381.65.002.00	Крышка	1	
A4	3		18.БР.ОТМП.381.65.003.00	Корпус оправки	1	
A4	4		18.БР.ОТМП.381.65.004.00	Тяга	1	
A4	5		18.БР.ОТМП.381.65.005.00	Втулка	1	
A3	6		18.БР.ОТМП.381.65.006.00	Шток	1	
A3	7		18.БР.ОТМП.381.65.007.00	Пневмоцилиндр	1	
A4	8		18.БР.ОТМП.381.65.008.00	Поршень	1	
A4	9		18.БР.ОТМП.381.65.009.00	Крышка пневмоцилиндра	1	
A4	10		18.БР.ОТМП.381.65.010.00	Кулачки	3	
				Стандартные изделия		
		11		Винт М8х22 ГОСТ17475-80	4	
		12		Винт М8х32 ГОСТ1491-80	8	
		13		Винт М12х30 ГОСТ11738-84	2	
		14		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	5	
		15		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	8	
		16		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		17		Демпфер ГОСТ8756-79	1	
		18		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		19		Гайка М40 ГОСТ 11878-87	1	
			18.БР.ОТМП.381.65.000.00			
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата		
Разраб.	Худайкулова Р.Ф.				Лит.	Лист
Пров.	Козлов А.А.				В	1
Н.контр.	Виткалов В.Г.				Листов	
Утв.	Логинов Н.Ю.				2	
Приспособление станочное					ТГУ, ИМ, гр. ТМБз-1331	

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт
Б	Код, наименование обработки														
А 19	XX XX XX 015 XXXX Комбинированная.														
Б 20	381101 Обрабатывающий центр Haas VF-2 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 437														
0 21	Обрабатывать поверхность 2, 4, 5, 6, 26, 27, 28, 31, 33, 34 в размер M33 ^{+0,25} , M22 ^{+0,21} , $\phi 15$ ^{+0,16} , $\phi 9$ ^{+0,15}														
0 22	15,5 ^{+0,16} , 46,5 ^{+0,3} , 41,5 ^{+0,25} , 27,5 ^{+0,21} , 25,5 ^{+0,21} , 20,5 ^{+0,21}														
Т 23	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 20$ P6M5K5; 391213 Сверло R4.115-19554D19.50 "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло R4.115-28534D28.550 "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло ступенчатое R4.16.212-00901.25-21 "Sandvik" GC1220; 391822 Фреза концевая специальная														
Т 24	392190 Резец расточной CCGX 120408 ALH10 "Sandvik"; 391822 Фреза концевая специальная														
Т 25	392190 Резец расточной CCGX 120408 ALH10 "Sandvik"; 391822 Фреза концевая специальная														
26	392190 Резец расточной CCGX 120408 ALH10 "Sandvik"; 391822 Фреза концевая специальная														
А 27	-22 450MM-TN GS1025 "Sandvik"; 393450 Нутромер HM-40 ГОСТ10-88; 393371 Штангенциркуль ШЦ-I														
Б 28															
0 29	XX XX XX 020 XXXX Комбинированная.														
0 30	381101 Обрабатывающий центр Haas VF-2 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 143														
0 31	Обрабатывать поверхность 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 в размеры $\phi 27,8$ ^{+0,052} , $\phi 32$ ^{+0,52}														
Т 32	$\phi 29,521$ ^{+0,052} 20 ^{+0,084} 5 ^{+0,058} 2 ^{+0,058} 1 ^{+0,1} X45°														
Т 33	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 20$ P6M5K5;														
Т 34	392190 Резец расточной CCGX 12 04 08 ALH10 "Sandvik"; 392190 Резец расточной канавочный CXS-056200-5230R GS1025 "Sandvik"; 393450 Нутромер HM-40 ГОСТ10-88; 942333 Склада СР ГОСТ74.70-92.														
А 36															
Б 37	XX XX XX 025 4220 Расточная.														
0 38	381101 Обрабатывающий центр Haas DT-1 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 084														
0 39	Обрабатывать поверхность 6 в размеры 20 ^{+0,004}														
Т 40	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 20$ P6M5K5; 394233 Склада														
Т 41	Рычажная СР ГОСТ 74.70-92.														
МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

Дцбл.	Взак.	Подп.																			
Разрбд	Художникова Р.Ф.																				
Проверил	Козлов																				
Н.контр.	Виткалов																				
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		Сек	Уч.	Р.М.	Опер.						
Комбинированная		АК8 ГОСТ 4784-97		166	142	φ132x4,98		185	1												
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тб	Тпа	Тша	СОЖ													
HAAS VF 2				3,57			4,37	Blasocout													
				Д или В	Л	Т	С	П	н	В											
01	1. Установить заготовку																				
T 02	396190 Писпосодбление специальное; 391822 Фреза концевая специальная φ20 P6M5K5; 391213																				
T 03	Сверло R4.115-19554D19.50 "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло R4.115-28534D28.550 "Sandvik" GC1220;																				
T 04	391213 Сверло ступенчатое R4.16.212-0090L25-21 "Sandvik" GC1220; 391822 Фреза концевая φ60																				
T 05	P6M5K5; 392190 Резец расточной CCBX 120408 ALH10 "Sandvik"; 391822 Фреза резьбовая 327R12																				
T 06	-22 450MM-TN GS1025 "Sandvik"; 393450 Диаметр HM-40 ГОСТ10-88; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I.																				
0 07	2. Обрабатывать поверхность выдерживая размеры согласно эскиза.																				
P 08	1	17	0,1	1800	112																
P 09	2	7,5	0,1	2100	100																
P 10	3	17	0,2	3900	734																
P 11	4	10,0	0,4	2900	201																

