

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

УТВЕРЖДАЮ

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

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-
водств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Цыганов Константин Николаевич гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса гидромотора поворотной головки.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и захватного устройства промышленного робота

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

- | | |
|--|----------|
| 1) Деталь (с изменениями) | 0,5 – 1 |
| 2) Заготовка | 0,25 – 1 |
| 3) План обработки | 1 – 2 |
| 4) Технологические наладки | 1 – 2 |
| 5) Приспособление станочное | 1 – 1,5 |
| 6) Захватное устройство промышленного робота | 1 – 1,5 |
| 7) Презентация | 0,5 – 1 |

6. Консультанты по разделам

7. Дата выдачи задания « ____ » марта 2016 г.

| | | |
|--|--------------------|-------------------------|
| Руководитель выпускной квалификационной работы | <hr/> (подпись) | <hr/> (И.О. Фамилия) |
| Задание принял к исполнению | <hr/> (подпись) | <hr/> (И.О. Фамилия) |

Аннотация

УДК 621.09.021

Цыганов Константин Николаевич

Технологический процесс изготовления корпуса гидромотора поворотной головки. Тольяттинский государственный университет, 2016.

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Выпускная квалификационная работа (ВКР) (уровень бакалавра).

Ключевые слова: _ технологический маршрут, припуск, операция, переход, станок, приспособление, операционные карты, инструмент, средства контроля.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления корпуса гидромотора поворотной головки с программой выпуска 10000 дет/год.

Работа состоит из пяти разделов и введения, заключения и приложения

В первом разделе произведен анализ детали на технологичность, рассмотрен базовый вариант техпроцесса на предмет выявления факторов сдерживающих производительность. Сформулированы задачи ВКР.

Во втором разделе определен тип производства, выбран метод получения заготовки (методом горячей объемной штамповки), припуски рассчитаны аналитическим методом, спроектирован технологический процесс изготовления детали с использованием станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов и высокопроизводительной оснастки и инструмента.

В третьем разделе данной работы спроектированы приспособление с пневмоприводом для сверлильной операции и захватное устройство промышленного робота.

В четвертом и пятом разделах ВКР рассмотрены вопросы, связанные с безопасностью, экологичностью и экономической эффективностью спроектированного техпроцесса.

В заключении, делается вывод о решении задач и достижении цели, поставленной в данной работе, во введении.

Приложение включает в себя: спецификации, маршрутные и операционные карты техпроцесса.

ВКР состоит из пояснительной записки объемом: 76 страниц и содержит 22 таблицы, 7 рисунков и графической части - 7,5 листов.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение, цель работы | 7 |
| 1 Описание исходных данных | 8 |
| 1.1 Анализ служебного назначения детали | 8 |
| 1.2 Анализ технологичности конструкции детали | 11 |
| 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса..... | 13 |
| 1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса..... | 14 |
| 2 Технологическая часть работы..... | 16 |
| 2.1 Выбор типа производства | 16 |
| 2.2 Выбор и проектирование заготовки..... | 16 |
| 2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки..... | 24 |
| 2.4 Выбор средств технологического оснащения..... | 28 |
| 2.5 Разработка технологических операций | 31 |
| 3 Проектирование станочного приспособления и захватного устройства промышленного робота..... | 46 |
| 3.1 Проектирование станочного приспособления..... | 46 |
| 3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота.... | 55 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта | 61 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта | 61 |
| 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков..... | 62 |
| 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков..... | 63 |
| 4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ... | 64 |
| 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта | 67 |
| 4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» | 69 |

| | |
|---|----|
| 5 Экономическая эффективность работы..... | 70 |
| Заключение..... | 74 |
| Список используемой литературы..... | 75 |
| Приложения..... | 76 |

Введение, цель работы

Машиностроение – это одна из главных отраслей промышленности страны, непосредственно влияющих на другие сферы хозяйственной деятельности и являющаяся отражением уровня научно-технического состояния страны.

В связи с этим важнейшее значение для технического перевооружения и совершенствования отраслей народного хозяйства имеет развитие машиностроения, активное внедрение автоматических линий и машин, электроники, точных приборов, средств автоматизации, механизации, своевременная их модернизация или замена на более прогрессивные аналоги.

Для совершенствования производства деталей машин и механизмов необходимо использовать весь арсенал технологических средств, которые обеспечат выпуск продукции соответствующего качества, в заданном количестве и в максимально короткие сроки.

Данная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления детали «Корпус гидромотора» поворотной головки в условиях среднесерийного производства.

Цель работы, приобретение практических навыков при проектировании и совершенствовании технологического процесса изготовления детали, получение детали с улучшенными качественными показателями, в заданном количестве и со сниженной себестоимостью, относительно базового варианта.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь «Корпус гидромотора», устанавливается в узле поворотной головки и предназначена для установки сопрягаемых деталей.

На рисунке 1.1 приведен фрагмент узла, в который входит данная деталь.

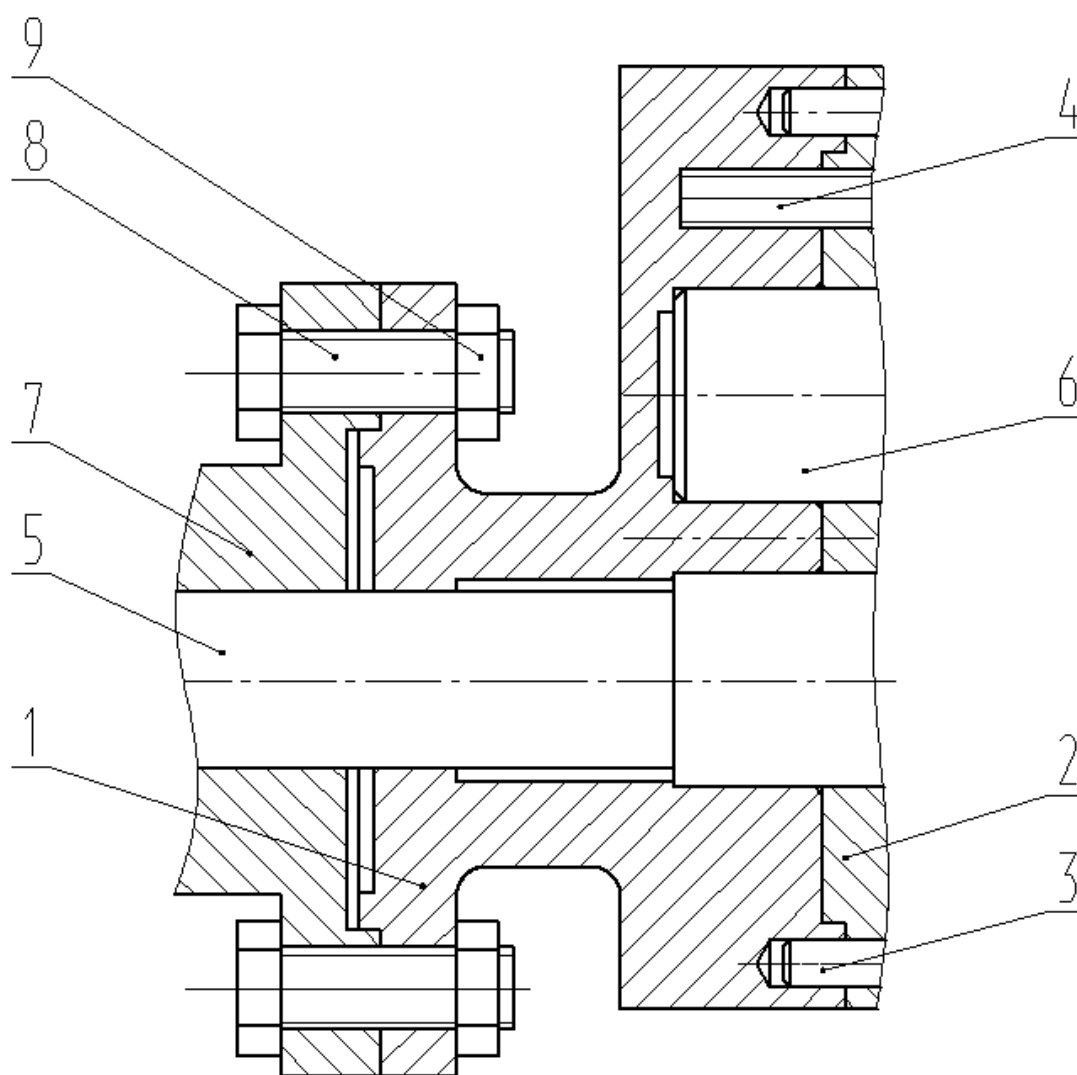


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла поворотной головки

Корпус гидромотора 1 (рисунок 1.1) устанавливается на крышке 2 с помощью штифтов 3 и крепится винтами 4.

Через центральное отверстие корпуса 1 проходит вал 5. В отверстии корпуса 1 установлена ось 6.

С левого торца корпуса 1 установлен фланец 7, который крепится болтами 8 с шайбой 9.

1.1.2 Анализ материала детали

К корпус гидромотора предъявляются высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал детали: сталь 45 по ГОСТ 1050-88.

Химический состав и механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-88

В процентах

| Элемент | С | S | P | Cu | Mn | Si |
|------------|-----------|----------|-------|------|---------|-----------|
| | | Не более | | | | |
| Содержание | 0.42-0,50 | 0.040 | 0.035 | 0,25 | 0.5-0.8 | 0.17-0.37 |

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88

| Состояние поставки. режим термообработки | Сечение, мм | σ_T | σ_B | δ_5 | ψ | KCU | НВ |
|--|-------------|------------|------------|------------|--------|--------------------|----------|
| | | МПа | МПа | % | % | Дж/см ² | Не более |
| Сталь горячекатанная калиброванная | 25 | 245 | 600 | 16 | 40 | 34 | 170 |
| Поковка. Закалка. Отпуск | 100-300 | 275 | 530 | 17 | 34 | 39 | 197 |

Исходя из химического состава и механических свойств стали, делаем вывод, что параметры стали полностью соответствуют служебному назначению изготавливаемой из нее детали.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

С целью выявления поверхностей, влияющих на выполнение деталью своего служебного назначения, проведём классификацию всех поверхностей детали (рисунок 1.2), результаты сведём в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали

| N | Вид поверхностей | Номера поверхностей |
|---|--|---------------------|
| 1 | Исполнительные | 13,26 |
| 2 | Основные конструкторские базы (ОКБ) | 9,21,10 |
| 3 | Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ) | 2,3,17,24,22,11 |
| 4 | Свободные | Остальные |

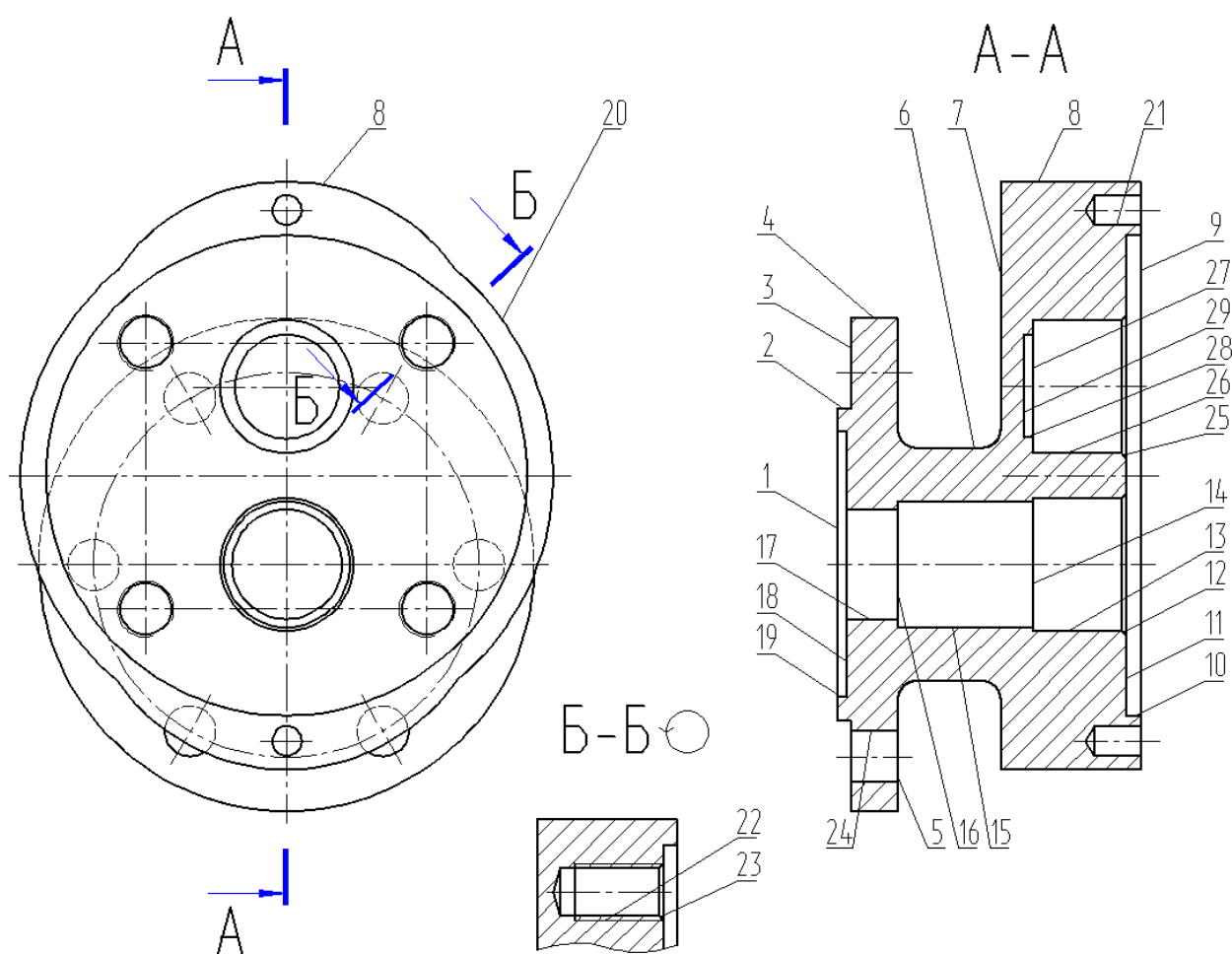


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Корпус гидромотора»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Коэф-т унификации поверхностей вычисляется по формуле:

$$K_y = n_y / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где n_y - число унифицированных поверхностей;

Σn - сумма всех поверхностей.

$$K_y = 1$$

1.2.2 Коэф-т шероховатости поверхностей определяем по формуле:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (1.2)$$

где B_{cp} - среднее численное значение параметра шероховатости;

$$B_{cp} = \frac{\Sigma B_{ni}}{\Sigma n_i}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – параметр шероховатости;

Σn_i – число поверхностей.

Подставив значения, с чертежа детали в формулу (1.3) и (1.2) получим:

$$B_{cp} = (4 \cdot 1,6 + 1 \cdot 3,2 + 24 \cdot 6,3) / 29 = 5,54 \text{ мкм};$$

$$K_{ш} = 1 / 5,54 = 0,18.$$

Шероховатость поверхностей детали соответствует служебному назначению. По данному показателю деталь технологична, т.к $K_{ш} < 0,32$.

1.2.3 Коэф-т точности, определяем по формуле:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.4)$$

где A_{cp} - средняя точность, рассчитывается по формуле:

$$A_{cp} = \frac{A_{ni}}{\sum n_i}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – числ точности поверхностей;

$\sum n_i$ – число поверхностей.

Подставим определенные значения, в формулу (1.5) и (1.4), получим:
 $A_{cp} = (2 \cdot 6 + 1 \cdot 7 + 1 \cdot 9 + 1 \cdot 10 + 3 \cdot 11 + 21 \cdot 14) / 29 = 12,6;$

$K_T = 1 - 1/12,6 = 0,92.$

Т. к. $K_T > 0,8$, то по данному показателю деталь технологична и точность поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

В этом пункте ВКР выявим узкие места базового техпроцесса, устранение которых будет содействовать достижению цели работы.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Содержание операций и последовательность операций базового техпроцесса приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

| Операция | | Средства технического оснащения | | | Тшт, час |
|----------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---|----------|
| №оп | Наименование операции | Оборудование | Приспособление | Инструмент (материал режущей части) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 000 | Заготовительная | | | | |
| 005 | Отрезная | | | | |
| 010 | Токарная черновая | 16К20 | Патрон 3-х кулачковый | Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Сверло спиральное Р6М5 Резец расточной Т5К10 Резец канавочный Т5К10 | 1,5 |

Продолжение таблицы 1.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|----------------------------|-----------|--------------------------------------|---|------|
| 015 | Токарная чистовая | 16K20 | Патрон 3-х ку- лачковый | Резец проходной T15K6 Резец подрезной T15K6 Резец расточной T15K6 Резец канавочный T15K6 | 0,85 |
| 020 | Слесарная (разметочная) | | | | 0,16 |
| 025 | Фрезерная | 6P11 | Тиски машин- ные | Фреза концевая P6M5 | 0,45 |
| 030 | Сверлильная | 2P135 | Тиски машин- ные | Сверло центровочное P6M5 Сверло спиральное P6M5 | 0,25 |
| 035 | Сверлильная | 2P135 | Тиски машин- ные | Сверло центровочное P6M5 Сверло спиральное P6M5 | 0,35 |
| 040 | Слесарная | Верстак | | Напильник | 0,15 |
| 045 | Термическая | | | | |
| 050 | Расточная | 2E450AФ30 | Приспособле- ние специаль- ное | Резец расточной P6M5 | 0,45 |
| 055 | Моечная | | | | |
| 060 | Контрольная | | | | |

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Недостатки базового техпроцесса обнаруженные в результате анализа:

1. Неоптимально выбрано оборудование – низкопроизводительные универсальные станки, например 16K20, 2P135, низкопроизводительный универсальный инструмент, большое штучное время на операциях вследствие применения универсальной оснастки с ручным зажимом;

2. Большие припуски под обработку (неоптимально выбрана заготовка), неоптимальные режимы резания и как следствие большое штучное время на токарных операциях. Так же увеличенное штучное время и неоптимальные режимы резания на фрезерных, сверлильных и расточных операциях.

4. Неоптимальная структура операций: последовательность переходов выбрана из учета единичного производства и стандартного инструмента.

5. Большое время тратится на слесарную операцию, где происходит снятие заусенцев по всему контуру детали и разметку отверстий и наружного контура.

6. Большое время контроля на контрольных операциях вследствие применения универсальных низкопроизводительных контрольных инструментов и приспособлений.

1.4.2 Задачи работы, мероприятия по совершенствованию техпроцесса

На основе проведенного анализа базового ТП, сформулируем задачи работы и пути совершенствования ТП:

1. Применить для условий среднесерийного производства наиболее оптимальные высокопроизводительные станки, в основном с ЧПУ или полуавтоматы, что исключит применение разметочных операций.

2. Спроектировать заготовку (штамповку) с минимальными припусками, рассчитанными аналитическим методом.

3. Оптимизировать структуру фрезерных и сверлильных переходов. Вместо фрезерной и двух сверлильных операций применим вертикально-фрезерную с ЧПУ, на которой также будем обрабатывать и отверстия и вертикально-сверлильную с ЧПУ, на всех остальных операциях максимальной концентрации переходов, снижения трудоемкости и себестоимости.

4. Рассчитать наиболее оптимальные режимы резания, дающие наивысшую стойкость инструмента и производительность.

5. Вместо ручной слесарной операции применить электрохимическую, что позволит существенно снизить штучное время.

6. Применить высокопроизводительный комбинированный инструмент с износостойкими покрытиями, дающий наивысшие показатели точности и произ-

водительности.

7. Использовать специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку с гидро- и пневмоприводом.

8. Спроектировать оснастку на сверлильную операцию.

9. Спроектировать захватное устройство промышленного робота.

10. Проанализировать ТП с позиции охраны труда.

11. Определить экономическую эффективность изменений, внесенных в технологический процесс.

Реализации поставленных задач посвящены последующие разделы данной работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Тип производства определим упрощенно по [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 2,8 кг и годовой программе выпуска $N_T = 10000$ шт тип производства – среднесерийное.

Учитывая, тип производства, форма организации техпроцесса поточная или переменная – поточная, оборудование - универсальное и специальное, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование размещать будем по ходу технологического процесса.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

2.2.1 Выбор вариантов проектирования исходной заготовки

Учитывая марку материала детали, в качестве заготовки может принять штамповку или прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки $M_{ш}$, кг, ориентировочно определим по формуле [8, с. 23]:

$$M_{ш} = M_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэф-т, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 23], принимаем $K_p = 1,8$.

Подставим имеющиеся данные в формулу (2.1), получим:

$$M_{ш} = 2.80 \cdot 1.8 = 5.04 \text{ кг.}$$

По ГОСТ 7505-89 [8] определим основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- класс точности – Т3 [8, с.28];
- группа стали – М1 [8, с.8];
- степень сложности – С3 [8, с. 29].

Массу заготовки из определяем проката $M_{пр}$, кг, по формуле:

$$M_{пр} = V \cdot \rho , \quad (2.2)$$

где V – объем проката, мм^3 ;

ρ - плотность стали, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Форма заготовки из сортового проката для детали типа тела вращения, представляет собой цилиндр, с диаметром $d_{пр}$, мм и длиной $l_{пр}$, мм, определяемыми по формулам [10, с. 23]:

$$d_{пр} = d_{д}^{\max} \cdot 1,05 , \quad (2.3)$$

$$l_{пр} = l_{д}^{\max} \cdot 1,05 \quad (2.4)$$

где $d_{д}^{\max}$ – наибольший диаметр детали, мм;

$l_{д}^{\max}$ – наибольшая длина детали, мм.

Подставим исходные данные в формулу (2.3) и (2.4), получим:

$$d_{пр} = 135 \cdot 1,05 = 141,8 \text{ мм.}$$

$$l_{пр} = 65 \cdot 1,05 = 68,3 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное большее значение $d_{пр} = 150$ мм и $l_{пр} = 68,3$ мм.

Объем цилиндрических элементов заготовок V , мм^3 , определяется по формуле [10, с. 24]:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.5)$$

где d - диаметр, мм и l -длина, мм., каждого элемента.

Произведем расчет объема заготовки, подставив определенные значения в формулу (2.5):

$$V = 3,14 \cdot 150^2 \cdot 68,3 / 4 = 1206349 \text{ мм}^3.$$

Тогда массу заготовки из круглого проката, определим по формуле (2.2):

$$M_{\text{пр}} = 1206349 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 9,47 \text{ кг}.$$

По рассчитанным данным выбираем прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006, принимаем: Круг $\frac{150 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{45 - \text{ГОСТ } 1050 - 88}$.

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

На основании экономического расчета определим какой из методов получения заготовки будет оптимальным. За критерий оптимальности примем: минимальную величину стоимости изготовления детали $C_{\text{д}}$, руб, которая определяется по формуле [10, с. 24]:

$$C_{\text{д}} = C_{\text{з}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{з}}$ – стоимость исходной заготовки, руб;

$C_{\text{мо}}$ – стоимость последующей механической обработки, руб;

$C_{\text{отх}}$ – стоимость отходов при мехобработке, руб.

2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

Стоимость заготовки определяется по формуле [10, с. 24]:

$$C_3 = C_6 \cdot M_{ш} \cdot K_T \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}, \quad (2.7)$$

где C_6 – базовая стоимость 1 кг заготовки, руб/кг; $C_6 = 11,2$ руб/кг [10, с. 23]

$M_{ш}$ – ориентировочная масса штамповки, кг;

K_T – коэф-т, зависящий от класса точности штамповки, для класса точности Т3 – $K_T = 1.0$ [10, с. 24];

$K_{сл}$ – коэф-т, зависящий от степени сложности штамповки, для степени сложности С3 – $K_{сл} = 1.0$ [10, с. 24];

K_B – коэф-т, учитывающий массу заготовки, $K_B = 0.87$ [10, с. 24];

K_M – коэф-т, зависящий от материала, для стали 45 – $K_M = 1$ [10, с. 24]

$K_{п}$ – коэф-т, учитывающий серийность производства, для средне-серийного производства $K_{п} = 1,0$ [10, с. 24].

Подставим определенные значения коэф-тов в формулу (2.7), получим:

$$C_3 = 11,2 \cdot 5.04 \cdot 1.0 \cdot 1 \cdot 0.87 \cdot 1 \cdot 1.0 = 49.11 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки штамповки $C_{мо}$, руб, определяется по формуле:

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд}, \quad (2.8)$$

где $C_{уд}$ – удельные затраты на съем 1 кг материала, руб/кг.

Удельные затраты при механической обработке резанием $C_{уд}$, руб, могут быть определены по формуле:

$$C_{уд} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

где C_c – текущие затраты, $C_c = 14,8$ руб/кг;

C_k – капитальные затраты, $C_k = 32,5$ руб/кг [10, с. 25];

E_n – нормативный коэф-т эффективности капитальных вложений

($E = 0,1 \dots 0,2$), для машиностроения принимает $E_H = 0,16$.

Тогда: $C_{MO} = (5,04 - 2,80) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 44,80$ руб .

Стоимость отходов $C_{отх}$, руб, является возвратной величиной и определяется по формуле:

$$C_{отх} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot Ц_{отх}, \quad (2.10)$$

где $Ц_{отх}$ – цена отходов (стружки), принимаем $Ц_{отх} = 0,15$ руб/кг [10, с. 25].

Тогда, вычислим $C_{отх}$ и $C_{д}$ подставив значения в формулы (2.10) и (2.6):

$$C_{отх} = (5,04 - 2,80) \cdot 0,15 = 0,34 \text{ руб.}$$

$$C_{д} = 49,11 + 44,80 - 0,34 = 93,57 \text{ руб.}$$

2.2.2.1 Стоимость заготовки полученной из проката

Стоимость заготовки из сортового проката определяется по формуле [10, с. 26]:

$$C_{пр} = C_{мпр} \cdot M_{пр} + C_{оз}, \quad (2.11)$$

где $C_{мпр}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{мпр} = 8$ руб/кг

$C_{оз}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

$$C_{оз} = \frac{C_{пз} \cdot T_{шт}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{пз}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{пз} = 30,2$ руб/ч [10, с. 26];

$C_{оз}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Ориентировочное штучное время $T_{шт}$, мин, определяем по формуле [10, с. 26]:

$$T_{шт} = T_0 \cdot \Phi_K, \quad (2.13)$$

где T_o – основное технологическое время, мин;

φ_k – коэф-т, учитывающий тип производства и вид оборудования.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять $\varphi_k = 1,5$, а основное время для отрезных станков T_o , мин, определяется по формуле [10, с. 27]:

$$T_o = 0,19 \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{\text{пр}}$ – диаметр проката, мм.

Тогда, подставив данные в формулы (2.14), (2.13) и (2.12), получим:

$$T_o = 0,19 \cdot 150^2 \cdot 10^{-3} = 4.28 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 4.28 \cdot 1,5 = 6.41 \text{ мин.}$$

$$C_{\text{оз}} = 30,2 \cdot 6.41 / 60 = 3.23 \text{ руб.}$$

Подставим определенные данные в формулы (2.11), получим:

$$C_{\text{пр}} = 8 \cdot 9.47 + 3.23 = 78.99 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки составит:

$$C_{\text{мо}} = (9.47 - 2.80) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 133.40 \text{ руб.}$$

Стоимость отходов, определяем по формуле (2.10):

$$C_{\text{отх}} = (9.47 - 2.80) \cdot 0.15 = 1.00 \text{ руб.}$$

Минимальная величина стоимости изготовления детали C_d составит:

$$C_d = 78.99 + 133.40 - 1.00 = 211.38 \text{ руб.}$$

2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

Коэф-т использования материала $K_{\text{им}}$ определяется по формуле [10, с. 28]:

$$K_{\text{им}} = M_d / M_3 \quad (2.15)$$

Тогда, подставив данные в формулу (2.15):

для штамповки: $K_{им} = 2.80/5.04 = 0.56$;

для проката: $K_{им} = 2.80/9.47 = 0.30$.

Поэтому принимаем заготовку - штамповку

Годовой экономический эффект, $\mathcal{E}_г$, руб, определяем по формуле:

$$\mathcal{E}_г = (C_{д пр} - C_{д шт}) \cdot N_г, \quad (2.16)$$

где $N_г$ - годовая программа выпуска, $N_г = 10000$ шт/год.

Тогда: $\mathcal{E}_г = (211.38 - 93.57) \cdot 10000 = 1178088$ руб.

2.2.4 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8]:

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Класс точности – Т3 [8, с.28].

Группа стали – М1 [8, с.8].

Степень сложности – С3 [8, с. 29].

Конфигурация поверхности разъема штампа - П (плоская) [8, с.8].

Исходный индекс- 11 [8, с.10].

Припуски и допуски на заготовку принимаем по [8, с. 12-17].

Штамповочный уклон составляет не более 5° , радиусы закругления наружных углов R3,0 мм, величина остаточного облоя 0,8 мм, смещение по разъему штампа 0,6 мм [8, с. 18-20].

Величина заусенца 3,0 мм, шероховатость поверхности заготовки – Ra 40 мкм [8, с. 21].

Для определения объема разобьем заготовку на элементарные части, радиусами, фасками, штамповочными уклонами пренебрегаем.

Объем цилиндрических элементов заготовок определяется по формуле (2.5):
 $V = 3,14/4 \cdot (70,2^2 \cdot 3 + 109,2^2 \cdot 32 + 117,2^2 \cdot 33,2 - 20,1^2 \cdot 20 - 53,8^2 \cdot 2 - 25,2^2 \cdot 30 -$

$$- 99,6^2 \cdot 3 + (91,2^2 - 78,8^2) \cdot 33,2 \cdot 0,44 = 644400 \text{ мм}^3 .$$

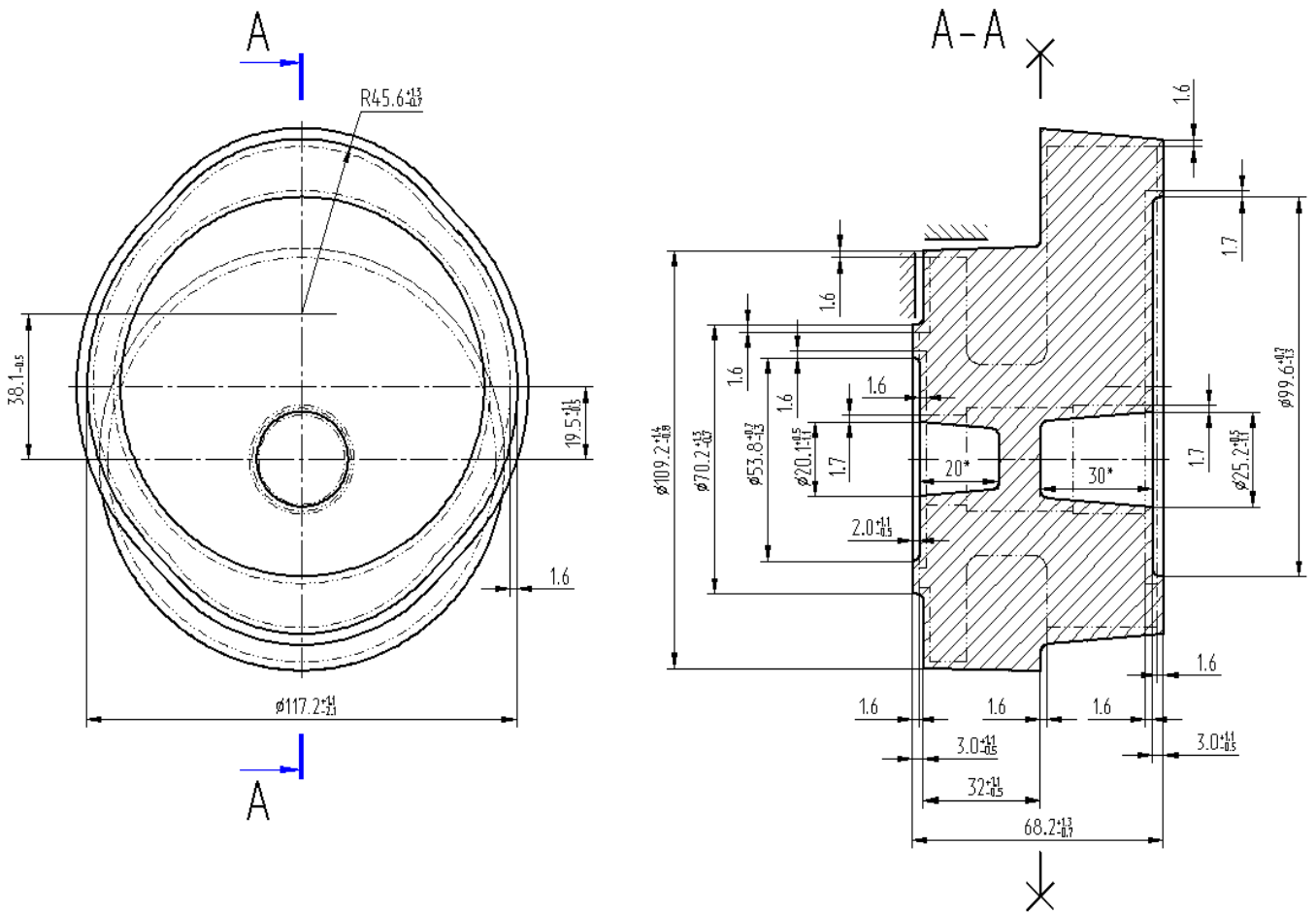


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки

Масса штамповки M_3 , кг определяется по формуле (2.2):

$$M_3 = 644400 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 5,05 \text{ кг.}$$

Коэф-т использования материала на штампованную заготовку уточняем по формуле (2.15):

$$\text{КИМ} = 2,80 / 5,05 = 0,55.$$

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Разработка схем базирования

В качестве баз при токарных операциях при обработке возможно использовать наружную поверхность 4 и торец пов. 3 и отв., пов. 13 и торец пов. 9 для обработки правого и левого конца соответственно.

При фрезерной обработке правого конца базами являются пов. 4 и торец пов. 3, при обработке левого конца – отв., пов. 13,26 и торец 11.

При координатно-шлифовальной операции базами являются пов. 4, торец 3, с предварительной угловой центровкой по отв. 26.

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Последовательность определения маршрута обработки поверхности:

1. Определяем способ и вид окончательной обработки каждой поверхности детали по [5] и [10, с. 32-34, табл. 5.17-5.19]

2. Назначаем промежуточные способы виды обработки. Определяем наиболее выгодный по критерию наименьшей трудоемкости технологический маршрут каждой из поверхностей [10, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

3. Определяем коэф-т трудоемкости на основании [10, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

Результаты выбора методов обработки корпуса приведены в таблице 2.1, обозначения приведенные в таблице:

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Тчер - обтачивание черновое, | Тчист - обтачивание чистовое, |
| Рчерн - растачивание черновое, | Рчист - растачивание чистовое, |
| Шчист - шлифование чистовое, | С - сверление, ТО – термообработка, |
| Рез - резбонарезание, | Фчист - фрезерование чистовое, |

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

| Номер поверхности | Вид поверхности | Операционные размеры | | Точность поверхности | | | | Шероховатость Ra, мкм | Твердость HRC | Технологический маршрут | Коэф-т трудоемкости |
|-------------------|-----------------|------------------------|-------|----------------------|----|-------|--------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|---------------------|
| | | | | Размеров, мм | | Формы | Расположения | | | | |
| | | | | d | l | | | | | | |
| 1 | Плоск | 67/57 | 5 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 2 | Цил | 67 _{-0,2} | 3 | 11 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 3 | Плоск | 106/67 | 19,5 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 4 | Цил | 106 | 10 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 5 | Плоск | 106/50 | 28 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 6 | Цил | 50 | 22 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 7 | Плоск | 126.1/50 | 57,1 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 8 | Цил | R44 | 30 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Фчист(13)+ТО | 1,2 |
| 9 | Плоск | 126.1/103 | 11,5 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Тчер(13)+Тчист(10)+ТО | 2,2 |
| 10 | Цил | 103 ^{+0,1} | 3 | 9 | 14 | - | - | 3,2 | 240 | Рчер(13)+Рчист(10)+ТО+Шчист(9) | 5,2 |
| 11 | Плоск | 103/28,57 | 56,26 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Рчер(14)+Рчист(11)+ТО | 2,4 |
| 12 | Конич | 1x45° | 1 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Рчист(11)+ТО | 1,4 |
| 13 | Цил | 28,575js6 | 20 | 6 | 14 | - | - | 1,6 | 240 | Рчер(13)+Рчист(10)+ТО+Шчист(6) | 5,2 |
| 14 | Плоск | 28,57/27 | 0,79 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Рчер(13)+Рчист(10)+ТО | 2,4 |
| 15 | Цил | 27 | 29 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | С(14)+Рчер(13)+Рчист(10)+ТО | 3,6 |
| 16 | Плоск | 23,5/27 | 1,75 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Рчер(13)+Рчист(10)+ТО | 2,4 |
| 17 | Цил | 23,5 ^{+0,1} | 11 | 10 | 14 | - | - | 1,6 | 240 | Рчер(13)+Рчист(10)+ТО+Шчист(9) | 5,2 |
| 18 | Плоск | 57/23,5 | 16,75 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Рчер(14)+Рчист(11)+ТО | 2,4 |
| 19 | Цил | 57 | 2 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Рчер(13)+Рчист(10)+ТО | 2,4 |
| 20 | Цил | 114 | 30 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Фчист(13)+ТО | 1,2 |
| 21 | Цил | 6,35 ^{+0,015} | 10 | 7 | 14 | - | - | 1,6 | 240 | С(13)+Рчист(10)+ТО+Шчист(7) | 4,8 |
| 22 | Резьб | M12 | 22 | 7H | 14 | - | - | 6,3 | 240 | С(13)+Рез(7H)+ТО | 2,2 |
| 23 | Конич | 1x45° | 1 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | С(13)+ТО | 1,2 |
| 24 | Цил | 11 | 10 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | С(13)+ТО | 1,2 |
| 25 | Конич | 1x45° | 1 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | Рчист(10)+ТО | 1,4 |
| 26 | Цил | 28,575js6 | 20 | 6 | 14 | - | - | 1,6 | 240 | С(14)+Рчер(13)+Рчист(10)+ТО+Шчист(6) | 6,4 |
| 27 | Плоск | 28,57/22 | 3,28 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | С(14)+Рчер(13)+Рчист(11)+ТО | 3,6 |
| 28 | Цил | 22 | 2 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | С(14)+Рчер(13)+Рчист(11)+ТО | 3,6 |
| 29 | Плоск | 22 | 22 | 14 | 14 | - | - | 6,3 | 240 | С(14)+Рчер(13)+Рчист(11)+ТО | 3,6 |

2.3.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Токарная черновая и чистовая обработка будет производиться на токарно-винторезных станках с ЧПУ.

Фрезерную и сверлильную обработку проводим на за две операции на многоцелевых вертикальных станке с ЧПУ 400V, производства ОАО «Стерлитамак-М.Т.Е.». Станок высокой точности, производительности, частота вращения шпинделя до 8000 мин⁻¹.

Альтернативными вариантами данной операции являются вертикально-фрезерная операция на станке типа 6P11MФ3-1 и вертикально-сверлильная на станке 2P135Ф2-1. Производительность данных станков гораздо ниже, точность позиционирования меньше. За счет гораздо меньшей максимальной частоты вращения шпинделя невозможно осуществлять высокоскоростную обработку.

На слесарной операции производится удаление заусенцев электрохимическим методом. Альтернативным вариантом является удаление заусенцев вручную, но этот метод менее эффективен из-за гораздо большего штучного времени и меньшего качества.

Координатно-шлифовальная операция выполняется на станке 3284СФ4, что позволяет произвести обработку всех поверхностей за один установ.

Технологический маршрут обработки заносим в таблицу 2.2., с указанием наименования операции, оборудования и содержания операции.

Таблица 2.2- Технологический маршрут обработки корпуса гидромотора

| № оп | Наименование операции | Оборудование | Содержание операции |
|------|-----------------------|-----------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 000 | Заготовительная | КГШП | Штамповать заготовку |
| 005 | Токарная (черновая) | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC | Установить, снять заготовку Точить поверхность 9 начерно Сверлить отв. 15 начерно Расточить отв. 12-17 начерно |

Продолжение таблицы 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|------------------------|---|--|
| 010 | Токарная (черновая) | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC | Установить, снять заготовку Точить канавку, поверхности 5,6,7 начерно Точить поверхности 1,2,3,4 начерно Расточить отв. 18,19 начерно |
| 015 | Токарная (чистовая) | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC | Установить, снять заготовку Точить поверхность 9 начисто Расточить отв. 12-17 начисто |
| 020 | Токарная (чистовая) | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC | Установить, снять заготовку Точить канавку, поверхности 5,6,7начисто Точить поверхности 1,2,3,4 начисто Расточить отв. 18,19 начисто |
| 025 | Фрезерная | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 8,20 начисто Расточить отв. 10,11 начерно Расточить отв. 10,11 начисто Сверлить отв. 26 Расточить отв. 26,27,28,29 начерно Расточить отв. 26,27,28,29 начерно Расточить фаску 25 начисто Центровать отв. 21 Сверлить отв. 21 Расточить отв. 21 начисто Сверлить отв. 22 с фаской 23 Нарезать резьбу в отв. 22 |
| 030 | Сверлильная | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Установить, снять заготовку Сверлить отв. 24 |
| 035 | Слесарная | Электрохимический станок 4407 | Электрохимическое снятие заусенцев |
| 040 | Моечная | Камерная моечная машина | Промыть, обдуть горячим воздухом |
| 045 | Контрольная | Контрольный стол | Предварительно контролировать основные параметры |
| 050 | Термическая | | Закалка, низкий отпуск |

Продолжение таблицы 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|--------------------------|---|--|
| 055 | Координатно-шлифовальная | Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4 | Установить, снять заготовку Шлифовать отв. 10 начисто Шлифовать отв. 17,13,26 начисто Шлифовать отв. 21 начисто |
| 060 | Моечная | Камерная моечная машина | Промыть, обдуть горячим воздухом |
| 065 | Контрольная | | Окончательно контролировать основные параметры |

2.3.4 План обработки детали

Произведем разработку план обработки детали "Корпус гидромотора", в котором воспроизводим графическое содержание технологического процесса изготовления детали.

План обработки детали "Корпус гидромотора" представлен в графической части данной работы.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

Правильно подобранные оборудование, приспособления и инструмент, гарантия выполнения требований предъявляемых к качеству детали и снижение затрат при ее изготовлении.

Результаты выбора представляем в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Выбор оборудования и технологической оснастки

| № оп. | Наименование операции | Оборудование | Технологическая оснастка | | |
|------------|-----------------------|-----------------------------|---|--|--|
| | | | Станочное приспособление | Режущий инструмент | Контрольно-измерительные средства |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 005 010 | Токарная (черновая) | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC | Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80 | <p>Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, Т5К10 $\varphi=97^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83</p> <p>Сверло спиральное с коническим хвостовиком Ø24 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5</p> <p>Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина ромбическая, Т5К10 $\varphi=110^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=16 b=16 L=125 ОСТ 2И.101-83</p> <p>Резец токарный канавочный сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина канавочная, Т5К10 В=10 $\varphi=90^\circ$, h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83</p> | <p>Калибр-скоба ГОСТ 18355-73</p> <p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ14827-69</p> |
| 015 020 | Токарная (чистовая) | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC | Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80 | <p>Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина ромбическая, Т15К6 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83</p> <p>Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, Т15К6 $\varphi=110^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=16 b=16 L=125 ОСТ 2И.101-83</p> <p>Резец токарный канавочный сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина канавочная,</p> | <p>Калибр-скоба ГОСТ 18355-73</p> <p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ14827-69</p> |

Продолжение таблицы 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------|--------------------------|---|--|--|--|
| | | | | T15K6 B=10 φ=90°, h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 | |
| 025 | Фрезерная | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Приспособление специальное с пневмоприводом ГОСТ 12195-66 | Фреза концевая с коническим хвостовиком Ø20 Z=6 P6M5K5 ГОСТ 17026-71 Сверло спиральное с коническим хвостовиком Ø25 ГОСТ 10903-77 P6M5K5 Сверло центровочное Ø4 тип А ГОСТ 14952-75 P6M5 K5 Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø5,5 средней серии ГОСТ 10902-77 Резец расточной Ø6,2. Пластина T15K6. Борштанга расточная Ø52. Пластины T5K10 Борштанга расточная Ø52. Пластины T15K6 Сверло спиральное комбинированное Ø11 ОСТ 2И21-2-76 P6M5K5 Метчик машинный M12 P6M5K5 ГОСТ 3266-81 | Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 |
| 030 | Сверлильная | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Приспособление специальное с пневмоприводом ГОСТ 12195-66 | Сверло спиральное с коническим хвостовиком Ø11 ГОСТ 10903-77 P6M5K5 | Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 |
| 035 | Слесарная | Электрохимический станок 4407 | | | |
| 040 060 | Моечная | Камерная моечная машина | | | |
| 055 | Координатно-шлифовальная | Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4 | Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66 | Шлифовальный круг 5 5x15x2; 5 20x10x8 91A F90 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 | Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором |

2.5 Разработка технологических операций

2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.5.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Рассчитаем припуски на наиболее точную цилиндрическую поверхность- посадочное отверстие $\varnothing 103H9^{(+0,1)}$

Последовательность обработки данной поверхности: Растачивание черное (токарный станок с ЧПУ, обработка в 3-х кулачковом патроне) - Растачивание чистовое (токарный станок с ЧПУ, обработка в 3-х кулачковом патроне) – Шлифование (3284СФ4, в приспособлении).

Произведем расчет припусков по переходам:

Данные исходных значений допусков, элементов припуска и расчетов припуска приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

| № пер | Технологический переход | Элементы припускам | | | | 2Z min | Операц допуск Td/IT | Предельные размеры | | Предельные припуски | |
|-------|-------------------------|--------------------|------------------|----------------|------------------------|--------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------|
| | | Rz ⁱ⁻¹ | h ⁱ⁻¹ | Δ^{i-1} | $\epsilon_{уст}^{i-1}$ | | | D ⁱ max | D ⁱ min | 2Z max | 2Z min |
| 1 | Штамповать | 0.160 | 0.200 | 0.607 | - | - | 1.6 Т3 | 100.295 | 98.695 | - | - |
| 2 | Расточить начерно | 0.050 | 0.040 | 0.036 | 0.440 | 2.220 | 0.54 Н13 | 102.515 | 101.975 | 3.280 | 2.220 |
| 3 | Расточить начисто | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.090 | 0.374 | 0.14 Н10 | 102.889 | 102.749 | 0.774 | 0.374 |
| 4 | Шлифовать начисто | 0.010 | 0.015 | 0.012 | 0.050 | 0.211 | 0.10 Н9 | 103.100 | 103.000 | 0.251 | 0.211 |

Элементы припуска - Rz и h назначаем по таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69]:

Определим элементы припуска Δ_0 и $\epsilon_{уст}$.

Суммарные отклонения Δ_0 , мм, определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\Delta_o = \sqrt{\Delta_{\text{деф}}^2 + \Delta_{\text{экс}}^2}, \quad (2.17)$$

где $\Delta_{\text{деф}}$ – деформация, мм;

$\Delta_{\text{экс}}$ – эксцентricность отверстий, мм.

Погрешность деформации $\Delta_{\text{деф}}$, мм определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\Delta_{\text{деф}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L = 0.001 \cdot 65 = 0.065 \text{ мм}, \quad (2.18)$$

где L – расстояние до сечения определения погрешности, мм;

$\Delta_{\text{к}}$ – удельное коробление, мкм/мм.

Величина $\Delta_{\text{экс}}$, мм, определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\Delta_{\text{экс}} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.19)$$

где δ_3 – допуск, мм, $\delta_3 = 2.2$ мм.

Подставив данные в формулу (2.19), получим:

$$\Delta_{\text{экс}} = 0,25 \sqrt{2.2^2 + 1} = 0.604 \text{ мм}.$$

Суммарное отклонение расположения, определяем по формуле (2.17):

$$\Delta_o = \sqrt{0,65^2 + 0,604^2} = 0.607 \text{ мм}$$

Погрешность $\varepsilon_{\text{уст1}} = 0.440$ мм [5, с. 75];

$\varepsilon_{\text{уст2}} = 0.090$ мм [5, с. 75];

$\varepsilon_{\text{уст3}} = 0.050$ мкм [5, с. 75].

Остаточное суммарное расположение заготовки после черновой обработки

определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \cdot \Delta_0, \quad (2.20)$$

где K_y - коэф-т уточнения:

-для перехода 2 $K_y = 0,06$;

-для перехода 3 $K_y = 0,04$;

-для перехода 4 $K_y = 0,02$.

Тогда, определим $\Delta_{\text{ост}}$ по формуле (2.20), получим:

$$\Delta_2 = 0.607 \cdot 0,06 = 0.036 \text{ мм};$$

$$\Delta_3 = 0.607 \cdot 0,04 = 0.024 \text{ мм};$$

$$\Delta_4 = 0.607 \cdot 0,02 = 0.012 \text{ мм}.$$

Минимальный припуск на черновую обработку определяем по формуле [10, с. 48]:

$$2Z_{\text{min}} = 2(R_z + h + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.21)$$

$$2Z_{\text{min п.черн}} = 2 \cdot (0.160 + 0.200 + \sqrt{0.607^2 + 0.440^2}) = 2.220 \text{ мм};$$

Минимальный припуск на чистовые операции

$$2Z_{\text{min п.чист}} = 2 \cdot (0.050 + 0.040 + \sqrt{0.036^2 + 0.090^2}) = 0.374 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{min ш.}} = 2 \cdot (0.025 + 0.025 + \sqrt{0.024^2 + 0.050^2}) = 0.211 \text{ мм}.$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям:

D_{max}^{i-1} , мм и D_{min}^i , мм определяется по формулам [10, с. 48]:

$$D_{\text{max}}^{i-1} = D_{\text{max}}^i - 2Z_{\text{min}} \quad (2.22)$$

$$D_{\max \text{ ш.}} = 103.100 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{ р.чист}} = 103.100 - 0.211 = 102.889 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{ р.черн}} = 102.889 - 0.374 = 102.515 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{ заг.}} = 102.515 - 2.220 = 100.295 \text{ мм}.$$

$$D_{\min}^i = D_{\max}^i - Td^i \quad (2.23)$$

$$D_{\min \text{ ш.}} = 103.100 - 0.100 = 103.000 \text{ мм};$$

$$D_{\min \text{ р.чист}} = 102.889 - 0.140 = 102.749 \text{ мм};$$

$$D_{\min \text{ р.черн}} = 102.515 - 0.540 = 101.975 \text{ мм};$$

$$D_{\min \text{ заг.}} = 100.295 - 1.600 = 98.695 \text{ мм}.$$

Максимальные припуски $2Z_{\max}$, мм, определяем по формуле [10, с. 49]:

$$2Z_{\max} = D_{\min}^{i-1} - D_{\min}^i \quad (2.24)$$

Подставив значения в формулу (2.12), получим:

$$2Z_{\max \text{ ш.}} = 103.000 - 102.749 = 0.251 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ р.чист}} = 102.749 - 101.975 = 0.774 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ р.черн}} = 101.975 - 98.695 = 3.280 \text{ мм}.$$

Величину минимальных припусков $2Z_{\min}$, мм, определяем по формуле [10, с. 49]:

$$2Z_{\min} = D_{\max}^{i-1} - D_{\max}^i \quad (2.25)$$

$$2Z_{\min \text{ ш.}} = 103.100 - 102.889 = 0.211 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ р.чист}} = 102.889 - 102.515 = 0.374 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ р.черн}} = 102.515 - 100.295 = 2.220 \text{ мм}.$$

Проверка результатов расчёта производится по формуле из условия:

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = TD^{i-1} - TD^i \quad (2.26)$$

$$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = 0.251 - 0.211 = 0.040 \text{ мм}$$

$$TD^i - TD^{i-1} = 0.140 - 0.100 = 0.040 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = TD^i + TD^{i-1} = 0.040 \text{ мм} - \text{условие проверки выполнено.}$$

Значит расчёт припусков выполнен правильно.

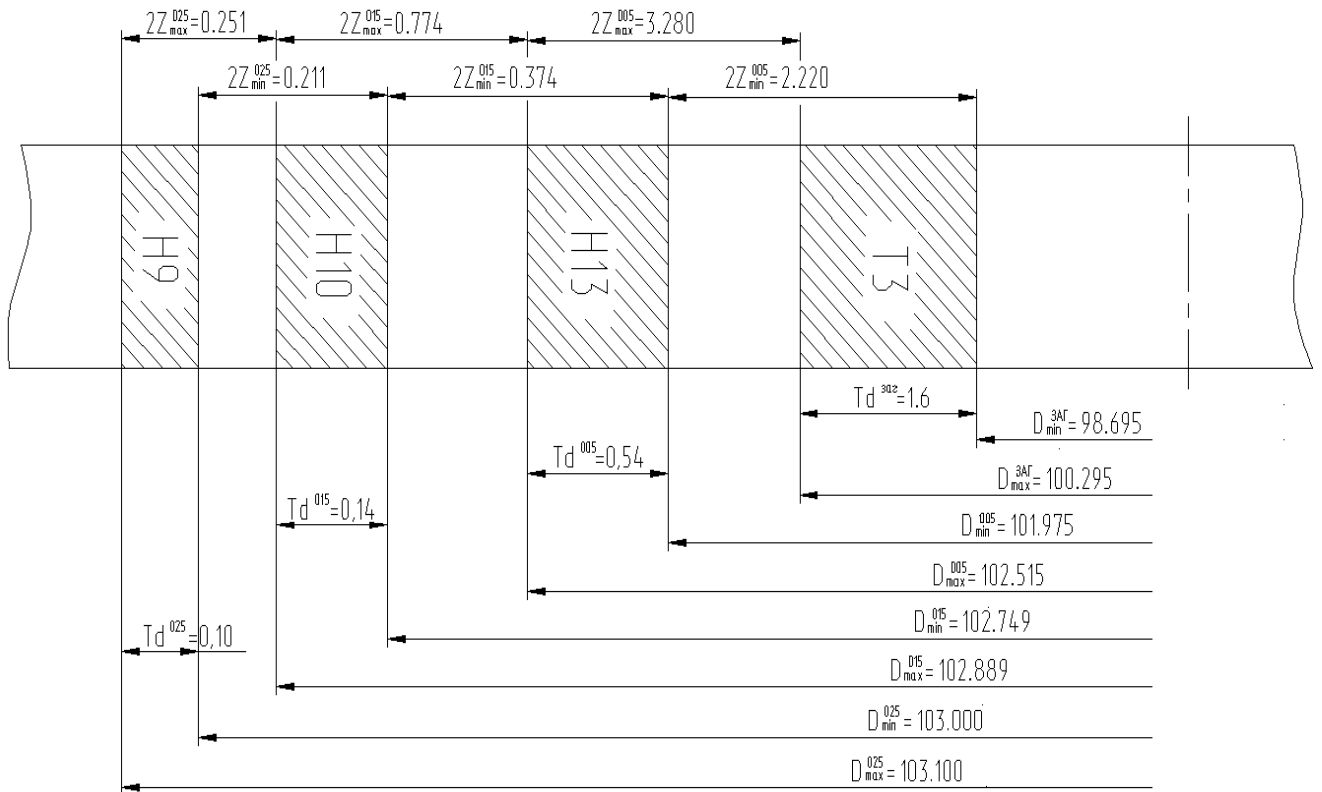


Рисунок 2.2 – Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров на $\varnothing 103H9^{(+0,1)}$

2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Произведем расчет промежуточных припусков табличным методом по методике изложенной в [12, с. 191].

Результаты расчетов припусков приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5- Припуски на обработку поверхностей корпуса гидромотора

| № оп | Наименование оп. | № обрабатываемых поверхностей | Припуск на сторону, мм |
|------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 005 | Токарная (черновая) | 9 13,14,15,16,17 | 1,2 2,0max |
| 010 | Токарная (черновая) | 5,6,7 1,2,3,4 1,19 | 30max 1,2 1,2 |
| 015 | Токарная (чистовая) | 12-17 9 | 0,4 0,4 |
| 020 | Токарная (чистовая) | 5,6,7 1,2,3,4 1,19 | 0,4 0,4 0,4 |
| 055 | Координатно-шлифовальная | 17,13,26 21 | 0,15 0,08 |

2.5.2 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания будем производить аналитическим методом на 015 токарную операцию.

2.5.2.1 Исходные данные

Деталь- корпус гидромотора

Материал- сталь 45 ГОСТ 1050-88 $\sigma_B = 530$ МПа

Заготовка- штамповка

Приспособление- патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий

Жесткость – средняя

2.5.2.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 015 Токарная (чистовая)

Переход 1: Точить поверхности, выдерж. разм. $62,4 \pm 0,06$

Переход 2: Расточить отв., выдерж. разм. $\varnothing 23,2^{+0,1}$; $\varnothing 27^{+0,1}$; $\varnothing 28,28^{+0,084}$; 45° ; $10,4 \pm 0,04$; $39,4 \pm 0,05$; $58,25 \pm 0,06$; $62,4 \pm 0,06$

2.5.2.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Резец проходной. Пластина 3х гранная, T15K6 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=-27^\circ$, $\lambda=-2$ $\alpha=11^\circ$ [13, с. 128]

Переход 2: Резец расточной. Пластина ромбическая, T15K6. $\varphi=110^\circ$, $\lambda=0$, $\alpha=11^\circ$, $h=16$ $b=16$ $L=125$ [13, с. 132]

2.5.2.4 Выбор оборудования

Станок токарный- Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC

2.5.2.5 Расчет режимов резания

2.5.2.5.1 Глубина резания t , мм

Переход 1: $t = 0,4$ мм

Переход 2: $t = 0,4$ мм

2.5.2.5.2 Подача S , мм/об

Переход 1: $S = 0.25$ мм/об [13, с.268].

Переход 2: $S = 0.25$ мм/об

2.5.2.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.27)$$

где C_U - поправочный коэф-т; $C_U = 420$ [13, с.270]

T - стойкость, мин; $T = 60$ мин;

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени; $m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.20$ [13, с.270]

K_U - поправочный коэф-т, на фактические условия резания.

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.28)$$

где K_{MU} - коэф-т, на качество обрабатываемого материала. [13, с.261]

$K_{ПУ}$ - коэф-т, на состояние поверхности заготовки;

$K_{ПУ} = 1.0$ [13, с.263]

$K_{ИУ}$ - коэф-т, на материал инструмента; $K_{ИУ} = 1,0$ [13, с.263]

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.29)$$

где K_{Γ} - коэф-т, на группу стали по обрабатываемости; $K_{\Gamma} = 1.0$ [13, с.262]

σ_B - предел прочности;

n_U - показатель степени; $n_U = 1,0$.

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^{1,0} = 1,41.$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,41 = 1,41.$$

$$\text{Переход 1: } V_1 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 1,41 = 396,7 \text{ м/мин.}$$

$$\text{Переход 2: } V_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 1,41 \cdot 0,9 = 357,0 \text{ м/мин.}$$

2.5.2.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1} определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.30)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин.

$$\text{При подрезке торца до } \varnothing 167,4: n_1 = \frac{1000 \cdot 396,7}{3,14 \cdot 167,4} = 755 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 28,28: n_2 = \frac{1000 \cdot 357}{3.14 \cdot 28.28} = 4020 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 27: n_3 = \frac{1000 \cdot 357}{3.14 \cdot 27} = 4210 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 23,2: n_4 = \frac{1000 \cdot 357}{3.14 \cdot 23.2} = 4900 \text{ мин}^{-1}$$

2.5.2.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование):

$$n_1 = 755 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 2240 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = 2240 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_4 = 2240 \text{ мин}^{-1}$$

Тогда фактическая скорость резания, V , м/мин определяется по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (2.31)$$

$$\text{При подрезке торца до } \varnothing 167,4: V_1 = \frac{3.14 \cdot 167.4 \cdot 755}{1000} = 396.7 \text{ м/мин};$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 28,28: V_2 = \frac{3.14 \cdot 28.28 \cdot 2240}{1000} = 198.9 \text{ м/мин};$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 27: V_3 = \frac{3.14 \cdot 27 \cdot 2240}{1000} = 189.9 \text{ м/мин};$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 23,2: V_3 = \frac{3.14 \cdot 23.2 \cdot 2240}{1000} = 163.2 \text{ м/мин.}$$

2.5.2.5.6 Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания P_z , Н, определяется по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.32)$$

где C_p - поправочный коэф-т; $C_p = 300$ [13, с.273]

x, y, n - показатели степени; $x=1.0, y=0.75, n= -0.15$;

K_p - поправочный коэф-т.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.33)$$

K_{MP} - поправочный коэф-т на качество обрабатываемого материала [13, с.264]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (2.34)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0.75$

$$K_{MP} = \left(\frac{530}{750}\right)^{0.75} = 0,77;$$

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправочные коэф-ты на влияние геометрических параметров инструмента.

$$K_{\phi p}=0,89 \quad K_{\gamma p}=1,0 \quad K_{\lambda p}=1,0 \quad K_{rp} = 1,0$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 396,7^{-0,15} \cdot 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 119 \text{ Н.}$$

2.5.2.5.7 Мощность резания N , кВт определяется по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{119 \cdot 396,7}{1020 \cdot 60} = 0,77 \text{ кВт} \quad (2.35)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка 16К20Ф3

$$N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; \quad 0,77 < 7,5, \text{ т. е. обработка возможна.}$$

2.5.3 Расчет режимов резания табличным методом

Выполним расчет на сверлильную операцию 030

2.5.3.1 Исходные данные

Деталь- корпус гидромотора

Материал- сталь 45 ГОСТ 1050-88 $\sigma_B = 530$ МПа

Заготовка- штамповка

Обработка- сверлильная

Тип производства- среднесерийное

Приспособление- специализированное наладочное

Закрепление заготовки- по отверстию с опорой на торец

2.5.3.2 Структура операций (последовательность переходов)

Оп 030 Сверлильная.

Сверлить отв., выдерж. разм. $\varnothing 11^{+0,27}$; $\varnothing 82,5 \pm 0,15$

2.5.3.3 Выбор оборудования

Модель - Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V

2.5.3.4 Выбор режущих инструментов

Сверло спиральное с коническим хвостовиком $\varnothing 11$ P6M5K5

2.5.3.5 Расчет режимов резания

2.5.3.5.1 Глубина резания t , мм, определяется по формуле

$$t = D/2 = 11/2 = 5,5 \text{ мм} \quad (2.36)$$

где D – диаметр отверстия, мм

2.5.3.5.2 Подача S , мм/об

Для сверления принимаем I группу подач [1, с. 69]

Тогда $S = 0,2$ мм/об [1, с.70].

2.5.3.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.37)$$

где $V_{\text{табл}}$ – скорость по таблице, м/мин $V_{\text{табл}} = 29$ [1, с. 73];

K_1 – коэф-т, зависящий от обрабатываемого материала, $K_1 = 1,1$ [1, с. 73];

K_2 – коэф-т, зависящий от отношения принятой подачи, к подаче, указанной в карте С-3, $K_2 = 1,0$ [1, с. 74];

K_3 – коэф-т, зависящий от стойкости инструмента. При стойкости сверла $T = 45$ мин $K_3 = 1,0$ [1, с. 74].

$$V = 29 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 31,9 \text{ м/мин.}$$

2.5.3.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин⁻¹

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 31,9}{3,14 \cdot 11} = 923 \text{ мин}^{-1}$$

2.5.3.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя

$$n = 923 \text{ мин}^{-1} \text{ (бесступенчатое регулирование)}$$

Рассчитаем режимы резания на остальные операции техпроцесса, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.6

Таблица 2.6 - Сводная таблица режимов резания

| № оп | Наименование оп. | Наименование перехода | Глубина резания t , мм | Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об | Табличная скорость резания S учетом поправочных коэф-тов V_r , м/мин | Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости n_r , об/мин | Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин | Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин |
|------|--------------------------|---|--------------------------|--|--|--|--|--|
| 05 | Токарная (черновая) | Подрезать торец до $\varnothing 167,4$ | 1,2 | 0,5 | 172,0 | 327 | 327 | 172,0 |
| | | Сверлить $\varnothing 24$ | 12 | 0,4 | 36,0 | 477 | 477 | 36,0 |
| | | Расточить $\varnothing 27,5$ | 1,8 | 0,5 | 149,4 | 1730 | 1730 | 149,4 |
| | | Расточить $\varnothing 26,2$ | 2,0 | 0,5 | 146,8 | 1784 | 1784 | 146,8 |
| | | Расточить $\varnothing 22,4$ | 2,0 | 0,5 | 146,8 | 2087 | 2087 | 146,8 |
| 10 | Токарная (черновая) | Точ. кан. с $\varnothing 109,2$ до $\varnothing 50,8$ | 29,2 | 0,2 | 110,0 | 320 | 110,0 | 320 |
| | | Подрезать торец до $\varnothing 167,4$ | 1,2 | 0,5 | 172,0 | 327 | 172,0 | 327 |
| | | Точить $\varnothing 67,8$ | 1,2 | 0,5 | 172,0 | 807 | 172,0 | 807 |
| | | Точить $\varnothing 106,8$ | 1,2 | 0,5 | 172,0 | 513 | 172,0 | 513 |
| | | Расточить $\varnothing 56,2$ | 1,2 | 0,5 | 154,8 | 877 | 154,8 | 877 |
| 15 | Токарная (чистовая) | Подрезать торец до $\varnothing 167,4$ | 0,4 | 0,25 | 396,7 | 755 | 755 | 396,7 |
| | | Расточить $\varnothing 28,28$ | 0,4 | 0,25 | 357,0 | 4020 | 2240 | 198,9 |
| | | Расточить $\varnothing 27$ | 0,4 | 0,25 | 357,0 | 4210 | 2240 | 189,9 |
| | | Расточить $\varnothing 23,2$ | 0,4 | 0,25 | 357,0 | 4900 | 2240 | 163,2 |
| 20 | Токарная (чистовая) | Точить $\varnothing 67$ | 0,4 | 0,25 | 396,7 | 1398 | 1398 | 396,7 |
| | | Точить $\varnothing 106$ | 0,4 | 0,25 | 396,7 | 1191 | 1191 | 396,7 |
| | | Подрезать торец $\varnothing 106$ | 0,4 | 0,25 | 396,7 | 1191 | 1191 | 396,7 |
| | | Точить $\varnothing 50$ | 0,4 | 0,25 | 396,7 | 2526 | 2240 | 351,7 |
| | | Подрезать торец $\varnothing 167,4$ | 0,4 | 0,25 | 396,7 | 755 | 755 | 396,7 |
| | | Расточить $\varnothing 57$ | 0,4 | 0,25 | 357,0 | 1994 | 1994 | 357,0 |
| 25 | Фрезерная | Фрезеровать фр. $\varnothing 20$ | 4,5max | 6·0,1 | 35 | 557 | 35 | 557 |
| | | Расточить борштангой $\varnothing 52$ | 1,2 | 8·0,2 | 90 | 551 | 90 | 551 |
| | | Расточить борштангой $\varnothing 52$ | 0,4 | 8·0,06 | 150 | 918 | 150 | 918 |
| | | Сверлить $\varnothing 25$ | 12,5 | 0,4 | 36 | 458 | 36 | 458 |
| | | Расточить $\varnothing 27,5$ | 1,25 | 0,3 | 80 | 926 | 80 | 926 |
| | | Расточить $\varnothing 28,3$ | 0,4 | 0,15 | 120 | 1350 | 120 | 1350 |
| | | Центровать $\varnothing 4$ | 2,0 | 0,08 | 24 | 1910 | 24 | 1910 |
| | | Сверлить $\varnothing 5,5$ | 2,75 | 0,12 | 28 | 1621 | 28 | 1621 |
| | | Расточить $\varnothing 6,2$ | 0,35 | 0,05 | 45 | 2311 | 45 | 2311 |
| | | Сверлить $\varnothing 11$ | 5,5 | 0,2 | 31,9 | 923 | 31,9 | 923 |
| | | Нарезать резьбу M12 | 1,0 | 1,0 | 9 | 238 | 9 | 238 |
| 30 | Сверлильная | Сверлить $\varnothing 11$ | 5,5 | 0,2 | 31,9 | 923 | 923 | 31,9 |
| 55 | Координатно-шлифовальная | Шлифовать $\varnothing 103$ | 0,15 | 3000* 0,012** | 20 м/с | - | - | 20 м/с |
| | | Шлифовать $\varnothing 23,5$ | 0,15 | 2000* 0,006** | 15 м/с | - | - | 15 м/с |
| | | Шлифовать $\varnothing 23,575$ | 0,15 | 1500* 0,005** | 15 м/с | - | - | 15 м/с |
| | | Шлифовать $\varnothing 6,35$ | 0,075 | 500* 0,005** | 10 м/с | - | - | 15 м/с |

*-подача в мм/мин

**-подача в мм/дв.ход стола

2.5.4 Определение норм времени на все операции

Штучно-калькуляционное время $T_{шт-к}$, мин, определяем по формулам [5]:

Расчет норм времени на токарную операцию 015

Основное время определяются по формуле

$$T_o = \frac{L_{рх} \cdot i}{nS}, \quad (2.38)$$

где $L_{рх}$ - длина рабочего хода, мм.

$$L_{рх} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.39)$$

где $L_{рез}$ – длина резания, мм;

l_1 – длина подвода, мм;

l_2 - длина врезания, мм;

l_3 - длина перебега, мм;

i - число проходов.

$$T_o = \frac{57}{755 \cdot 0,25} + \frac{63}{2240 \cdot 0,25} = 0,302 + 0,112 = 0,414 \text{ мин}$$

$$T_b = (0,15 + 0,10 + 0,06 \cdot 8 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,640 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,414 + 0,640 = 1,054 \text{ мин}$$

При затратах времени $T_{об.от}$ равным 6% от оперативного $T_{оп}$ [5, с.214]

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 1,054 = 0,063 \text{ мин}$$

Норматив $T_{п-з}$ определим по [3, с.215]:

$$T_{п-з} = 21 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,054 + 0,063 = 1,117 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 1,117 + 21/236 = 1,206 \text{ мин}$$

Расчет норм времени на сверлильную операцию 030

Основное время T_o , мин определяются по формуле (2.38)

$$T_o = \frac{15}{923 \cdot 0,2} * 6 = 0,488 \text{ мин}$$

$$T_b = (0,15+0,10+0,06 \cdot 3 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,529 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,488+0,529 = 1,017 \text{ мин}$$

При затратах времени $T_{об.от}$ равным 6% от оперативного $T_{оп}$ [5, с.214]

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 1,017 = 0,061 \text{ мин}$$

Норматив $T_{п-з}$ определим по [5, с.215]:

$$T_{п-з} = 21 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,017+0,061 = 1,078 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 1,078+21/236 = 1,167 \text{ мин}$$

Рассчитаем нормы времени на все остальные операции и занесем результаты в таблице 2.7

Таблица 2.7- Нормы времени

| № оп | Наименование оп | T_o | T_b | $T_{оп}$ | $T_{об.от}$ | $T_{п-з}$ | $T_{шт}$ | п | $T_{шт-к}$ |
|------|--------------------------|-------|-------|----------|-------------|-----------|----------|-----|------------|
| | | мин | мин | мин | мин | мин | мин | | мин |
| 05 | Токарная (черновая) | 0,591 | 0,592 | 1,183 | 0,071 | 21 | 1,254 | 236 | 1,343 |
| 10 | Токарная (черновая) | 1,981 | 0,666 | 2,647 | 0,159 | 24 | 2,806 | 236 | 2,908 |
| 15 | Токарная (чистовая) | 0,414 | 0,640 | 0,063 | 1,117 | 21 | 1,206 | 236 | 1,206 |
| 20 | Токарная (чистовая) | 0,633 | 0,705 | 1,338 | 0,080 | 24 | 1,418 | 236 | 1,520 |
| 25 | Фрезерная | 3,655 | 0,862 | 4,517 | 0,271 | 42 | 4,788 | 236 | 4,966 |
| 30 | Сверлильная | 0,488 | 0,529 | 1,017 | 0,061 | 21 | 1,078 | 236 | 1,167 |
| 55 | Координатно-шлифовальная | 3,110 | 0,695 | 3,805 | 0,292 | 28 | 4,097 | 236 | 4,215 |

3 Проектирование приспособления и захватного устройства промышленного робота

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На 030 сверлильной операции для закрепления детали в базовом варианте применяется универсально-сборное приспособление с установкой заготовки по плоскости и на два пальца – цилиндрический и срезанный ромбический. Зажим – винтовым прихватом.

Основным недостатком такого приспособления является низкая надежность закрепления, большое время закрепления.

Задачей раздела является проектирование нового специализированного наладочного приспособления с большей надежностью закрепления, большей точностью установки, автоматизированным пневматическим зажимом.

3.1.2 Расчет усилия резания

Задачей подраздела является расчет координатных составляющих усилия резания, действующего на заготовку в процессе его обработки.

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.1)$$

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_o = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.2)$$

где C_m, C_p - поправочные коэф-ты; $C_m = 0,0345$; $C_p = 68$ [13, с.281];

q, y - показатели степени;

для крутящего момента $q = 2.0, y = 0.8$, [13, с.281];

для осевой силы $q = 1.0, y = 0.7$, [13, с.281];

K_p - поправочный коэф-т, определяется как:

$$K_p = K_{MP} \quad (3.3)$$

K_{MP} - поправочный коэф-т на качество обрабатываемого материала определяется по [13, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (3.4)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0.75$ [13, с.264].

Подставим определенные данные в формулы (3.4), (3.1) и (3.2), получим:

$$K_{MP} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0.75} = 0,77;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,77 = 8,87 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 11^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,77 = 1866 \text{ Н}.$$

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

Смещающее воздействие на заготовку оказывает момент резания M , который стремится повернуть заготовку на опоре. Осевая сила P_o стремится прижать заготовку к опорам, поэтому мы ее не учитываем.

Сила зажима W направлена перпендикулярно поверхности заготовки в центр заготовки. Силам резания препятствует сила трения, возникающие между нижней базовой поверхностью заготовки и опорными плоскостями приспособления и между верхней плоскостью детали и зажимными элементами.

Схема закрепления заготовки, включающая схему установки заготовки,

разработанную на основе теоретической схемы базирования, и схему составляющих силы резания для наихудшего случая их расположения, представлена на рисунке 3.1

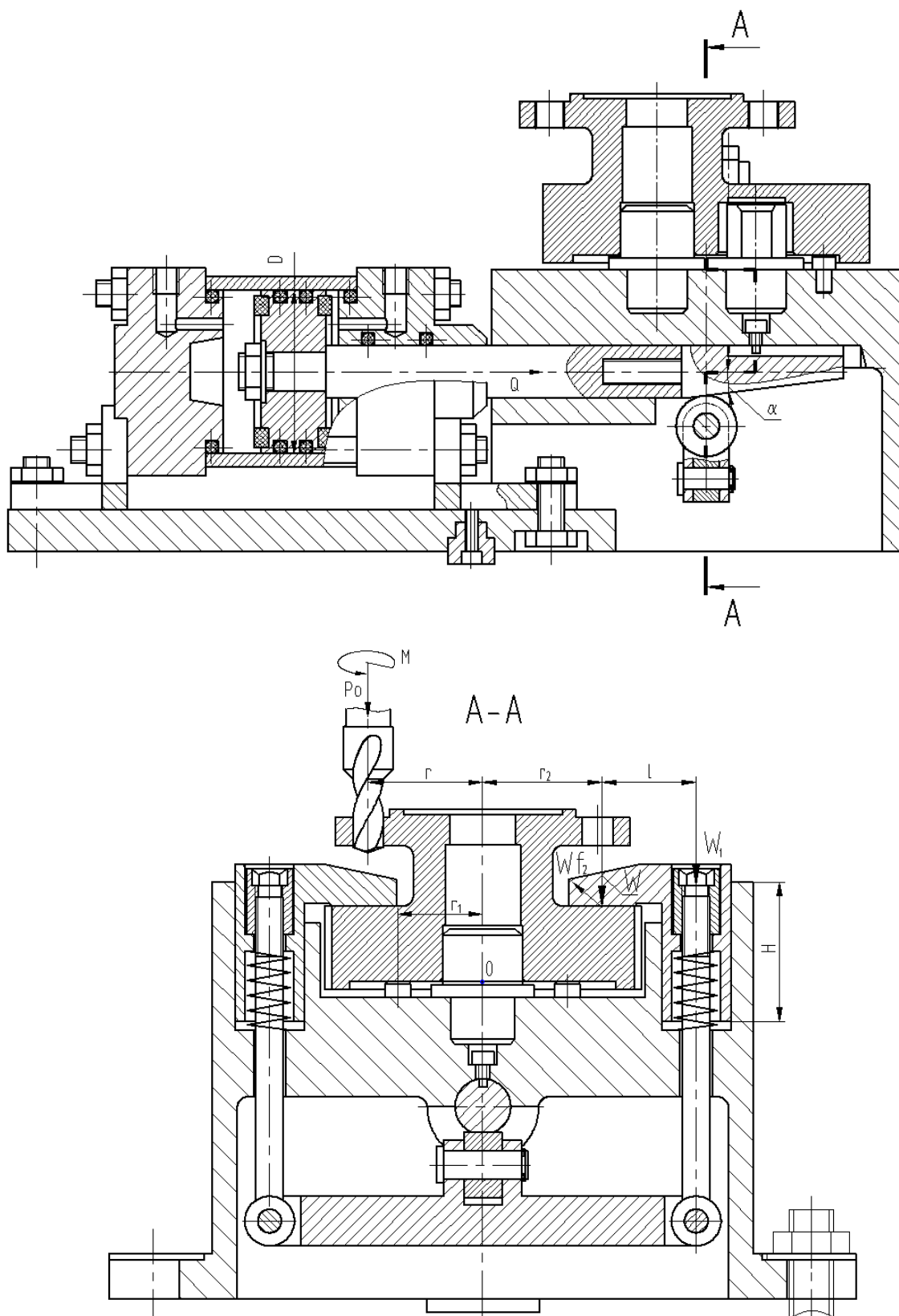


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Тогда уравнение моментов всех сил:

$$\Sigma M_{O1} = 0 \quad (3.5)$$

$$M_{тр} = M_{рез} \quad (3.6)$$

Отсюда: $W \cdot f_1 \cdot r_1 + W \cdot f_2 \cdot r_2 = M_{рез} \cdot K$ (3.7)

Тогда:

$$W = K \cdot M_{рез} / (f_1 r_1 + f_2 r_2) \quad (3.8)$$

$$W = K \cdot M / (f_1 r_1 + f_2 r_2) \quad (3.9)$$

где W - сила зажима, Н;

M - крутящий момент при сверлении, Н·м;

f_1, f_2 - коэф-ты трения между деталью и установочными и зажимными элементами приспособления;

r_1, r_2 - расстояния от мест контакта с опорными и зажимными элементами приспособления до т.О, мм;

K - коэф-т запаса, определяется по формуле [14, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.10)$$

где K_0 - гарантированный коэф-т запаса. $K_0 = 1,5$ [14, с.382];

K_{1-6} - поправочные коэф-ты

Подставив определенные значения в формулу (3.10), получим:

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,72 \text{ т.к. } K < 2,5, \text{ то принимаем } K = 2,5.$$

Тогда, подставив определенные значения в формулу (3.9), получим:

$$W = 2,5 \cdot 8870 / (0,16 \cdot 30 + 0,16 \cdot 43) = 1898 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

Определим осевую силу W_1 по формуле [14, с. 204] (см. рисунок 3.1):

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - 3 \frac{l}{H} f\right)}, \quad (3.11)$$

где W_1 – осевая сила, приложенная к гайке, Н;

l – расстояние между силами W и W_1 ;

H – расстояние от нижнего торца гайки до верхнего края корпуса, мм;

f – коэф-т трения.

Подставив определенные значения в формулу (3.11), получим:

$$W_1 = \frac{1898}{\left(1 - 3 \frac{34}{50} 0,1\right)} = 2384 \text{ Н.}$$

В качестве привода принимаем клино-плунжерный зажимной механизм.

Сила на приводе Q , Н определяется по формуле [14, с. 155]:

$$Q = 2 \cdot K_2 \cdot (W_1 + q) \cdot \left[\frac{1}{\sin(\alpha + \varphi_{пр})} + \frac{1}{\cos(\alpha + \varphi_{пр})} \right] \cdot \tan \varphi_1, \quad (3.12)$$

где K_2 – коэф-т, учитывающий дополнительные силы трения в направляющих зажимного механизма $K_1 = 1,1$ [14, с. 153];

q – сила пружины сжатия, Н;

α – угол скоса клина;

$\varphi_{пр}$ – приведенный угол трения на наклонной поверхности клина;

φ_1 – угол трения плунжера.

Подставив определенные значения в формулу (3.12), получим:

$$Q = 2 \cdot 1,1 \cdot (2384 + 150) \cdot \left[\frac{1}{\sin(2^\circ 25')} + \frac{1}{\cos(2^\circ 25')} \right] \cdot \tan 5^\circ 50' = 1494 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,63 МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле [14, с. 449]:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.13)$$

где p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1494}{0,63 \cdot 0,9}} = 58.0 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 ближайшее значение $D = 63$ мм.

Определим ход штока поршня $h_{ш}$ пневмоцилиндра по формуле:

$$h_{ш} = S_K \cdot i_{п}, \quad (3.14)$$

где S_K – ход призмы, определяем по формуле (3.15);

$i_{п} = \text{ctg}\alpha$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению.

$$S_{шп} = T + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p + \frac{W}{J_k}, \quad (3.15)$$

где T - допуск на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления, мм;

$\Delta_{ГАР}$ - гарантированный зазор между поверхностью заготовки и зажимным элементом ($\Delta_{ГАР} = 0.3 \dots 0.4$ мм), мм;

ΔS_p - запас хода, учитывающий износ и погрешности изготовления зажимного механизма, ($\Delta S_p = 0.2 \dots 0.3$ мм), мм;

J_k - жесткость механизма, Н/мм.

Подставив определенные значения в формулу (3.15), получим:

$$S_{\text{ПР}} = 0.12 + 0.4 + 0.3 + \frac{2384}{1.5 \cdot 10^4} = 0,98 \text{ мм} .$$

Принимаем с учетом запаса $S_{\text{ПР}} = 1,5 \text{ мм}$.

Тогда, подставив определенные значения в формулу (3.14), получим:

$$i_{\text{П}} = \text{ctg}\alpha = \text{ctg}7^{\circ} = 8.1;$$

$$h_{\text{ш}} = 1,5 \cdot 8.1 = 12 \text{ мм}, \quad \text{принимаем } h_{\text{ш}} = 12 \text{ мм}.$$

3.1.6 Определение допустимой погрешности установки из условий точности обработки

Общая погрешность обработки при установке заготовки, вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\text{Б}}^2 + \varepsilon_{\text{З}}^2 + \varepsilon_{\text{П}}^2}, \quad (3.16)$$

где $\varepsilon_{\text{Б}}$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_{\text{З}}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил закрепления, $\varepsilon_{\text{З}} = 0$ - т.к.. нет смещения измерительной базы под действием сил зажима;

$\varepsilon_{\text{П}}$ – погрешность элементов приспособления, зависит от точности их изготовления.

Погрешность базирования при установке заготовки двумя отверстиями на пальцы при посадке с зазором для данных условий для размеров, определяющих положение осей обрабатываемых отверстий будет равна максимальному зазору в соединении при посадке на цилиндрический палец, вычисляется по формуле:

$$\varepsilon_{\text{Б}} = S_{\text{max}} \cdot \cos \alpha = (\Delta_{\text{А}} + \Delta_{\text{В}}) \cdot \cos \alpha, \quad (3.17)$$

где S_{max} – максимальный зазор в соединении;

$\Delta_{\text{А}}$ - допуск на наружную пальца;

$\Delta_{\text{В}}$ - допуск на внутреннюю поверхность отверстия.

Для посадки $\varnothing 6,5 \frac{H7}{g6} \begin{pmatrix} +0,015 \\ 0 \\ -0,005 \\ -0,014 \end{pmatrix}$ $\varepsilon_6 = (0,015+0,014) \cdot \cos 20 = 0,027$ мм.

Таким образом, погрешность установки фактическая составит, формула (3.16):

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{II}^2} = \sqrt{0,027^2 + 0^2 + 0^2} = 0,027.$$

Допустимая погрешность установки, определяется:

$$\Delta_{\text{доп}} = \sqrt{T^2 - \sum \Delta_{\phi}^2 - \Delta_y^2 - \Delta_n^2 - 3\Delta_{\text{и}}^2 - 3\Delta_{\text{т}}^2}, \quad (3.18)$$

где T - допуск на выполняемый размер;

Δ_{ϕ} - суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности, обусловленная геометрическими погрешностями станка и деформацией заготовки.

Δ_y - погрешность вследствие упругих отжатию ТС ЗИПС под влиянием сил резания;

Δ_n - погрешность настройки ТС;

$\Delta_{\text{и}}$ - погрешность от размерного износа инструмента;

$\Delta_{\text{т}}$ - погрешность обработки, вызываемая тепловыми деформациями ТС.

В связи со сложностью определения ряда величин, входящих в выражение (3.18), погрешность установки можно рассчитывать по упрощенному выражению

$$\Delta_{\text{доп}} = \sqrt{T^2 - k_{\text{т}2} \cdot \omega_{\text{т.с.}}^2}, \quad (3.19)$$

где $k_{\text{т}2}$ - коэф-т, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления: $k_{\text{т}2} = 0,6 \dots 0,8$ (большее значение коэф-та принимается при меньшем количестве значимых величин, зависящих от приспособления). $k_{\text{т}2} = 0,7$ для размеров 7 качества точности и точнее.

$\omega_{\text{мс}}$ - средняя экономическая точность обработки, принимаемая по таблицам допустимых погрешностей для данного метода обработки. Для сверления в

нашем случае $\omega_{т.с.} = 0,1$ мм.

Подставив определенные значения в формулу (3.19), получим:

$$\Delta = \sqrt{0,2^2 - 0,7 \cdot 0,1} = 0,187 \text{ мм.}$$

Для принятой схемы установки должно выполняться условие

$$\varepsilon \leq [\varepsilon], \quad (3.20)$$

$0,027 < 0,187$, таким образом, приспособление обеспечивает заданную точность установки

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Описание конструкции и принципа работы приспособления.

Приспособление состоит из корпуса 3, в котором с помощью посадки с натягом установлены палец цилиндрический 9 и палец ромбический 10, на который устанавливается обрабатываемая деталь с упором в 3 опоры 6.

Деталь зажимается прихватами 19, которые установлены в отверстия в корпусе и крепятся с помощью гаек 16, болтов 12 и осей 7 со стопорным кольцами 17 к коромыслу 4.

В центре коромысла на оси 11, которая крепится кольцом 18, находится ролик 11.

С помощью болтов 13 с гайками 15 и шайбами 22 к корпусу крепится пневмоцилиндр 1, к штоку которого привинчен клин 5, упирающийся в ролик 11 коромысла 4. От поворота клин предохраняет головка винта 2 установленного в пазу клина 5.

Для разжима заготовки служат пружины 20, установленные на оси болта 12.

Для ориентации приспособления на столе станка служит шпонка 21, привинченная к основанию корпуса винтом 14.

Приспособление работает следующим образом.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра 1 шток с клином

5 отходит вперед, клин давит на ролик 11, коромысло 4 с болтами 12 и прихватами 19 отходит вниз и заготовка зажимается.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра шток с клином 5 отходит назад, под действием пружин 20 коромысло 4 с болтами 12 и прихватами 19 поднимается и раскрепляет деталь. Прихваты поворачиваются и деталь снимают с приспособления.

3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота

3.2.1 Описание робото-технического комплекса механической обработки

На токарных черновых и чистовых операциях для загрузки и выгрузки деталей принимаем робото-технический комплекс.

Разработку планировки РТК будем проводить, принимая во внимание следующие условия: должны обеспечиваться условия техники безопасности, удобства эксплуатации и обслуживания оборудования.

Исходя из данных условий, компоуем РТК следующим образом: промышленный робот (ПР) располагаем перед станком как можно ближе к рабочим приспособлениям станка с таким расчетом, чтобы деталь при загрузке не задевала выступающих частей рабочих приспособлений (кулачков патрона, заднего центра).

Положение ожидания ПР выбираем таким образом, чтобы робот не мешал открыванию и закрыванию защитного экрана станка, но не слишком далеко от шпинделя, в целях сокращения вспомогательного времени. По высоте ПР располагаем так, чтобы ось манипулятора была над осью вращения шпинделя.

Транспортер-накопитель с заготовками располагаем слева от ПР на одной оси с осью шпинделя. Транспортер-накопитель с обработанными деталями для передачи на другую операцию располагаем справа от ПР.

На основе конструктивных параметров обрабатываемой заготовки, техпроцесса их обработки и выбранного станка по выбираем транспортер-накопитель СТ220, предназначенный для хранения запаса заготовок и подачи их в зону захвата загрузочным устройством (в зону смены деталей на транспортере-на-

копителе).

Основные параметры транспортера-накопителя СТ-220:

длина $L=3260$ мм, ширина $B=700$ мм, высота $H=700\dots850$ мм, количество пластин $n_{ст}=24$, грузоподъемность одной пластины $q=10$ кг, ширина пластины $A=220$ мм, длина пластины $B=252$ мм.

Рабочая площадь пластины: ширина пластины $b=A=220$ мм, длина пластины $l=220$ мм.

Технические характеристики промышленного робота М20П.40.01:

| | |
|---------------------------------------|--------------|
| Грузоподъемность, кг | 20 |
| Число степеней подвижности | 5 |
| Число рук | 1 |
| Наибольший вылет руки R, мм | 1100 |
| Линейные перемещения, мм: | |
| по оси Z | 500 |
| по оси R | 1100 |
| Скорость перемещения, м/с: | |
| по оси Z | 0,008...0,5 |
| по оси R | 0,008...1,0 |
| Угловые перемещения, град: | |
| в направлении α | -90...180 |
| в направлении β | $\pm 3,5$ |
| в направлении θ | 300 |
| Скорость угловых перемещений, град/с: | |
| в направлении α | 60 |
| в направлении β | 30 |
| в направлении θ | 0,001...0,06 |
| Погрешность позиционирования, мм | $\pm 1,0$ |

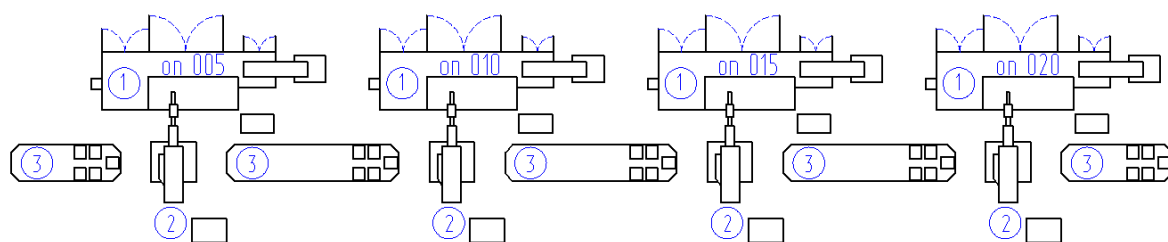


Рисунок 3.2 – Эскиз робото-технического комплекса

1 - Токарный станок с ЧПУ , 2 - Промышленный робот М20П.40.01, 3 - Тактовый стол СТ-220

3.2.2 Анализ конструкции базового захватного устройства.

Цели проектирования

В базовом варианте применяется рычажное захватное устройство промышленного робота. Недостатком данного устройства являются большие габариты, сложность конструкции.

Таким образом, целью проектирования является разработка нового захватного устройства, отличающегося простотой конструкции, небольшими габаритами, надежностью конструкции.

3.2.3 Расчет нагрузок и реакций в губках

Определим точки приложения сил, реакции в губках для наихудшего случая положения детали в случае ее вертикального перемещения. Схема закрепления показана на рисунке 3.3

Силы захватывания, которые требуются для удержания заготовки в процессе ее перемещения определим по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g , \quad (3.21)$$

где K_1 -коэф-т безопасности; принимаем $K_1=3$;

K_2 -коэф-т передачи;

$$K_2 = \sin \alpha / (2 \cdot \mu), \quad (3.22)$$

где μ -коэф-т трения в месте контакта губок с заготовкой;

Принимаем $\mu = 0,16$

m -масса заготовки, кг

$G=9,8 \text{ м/с}^2$ -ускорение свободного падения

$$W = 3 \cdot \sin 45 \cdot 3,4 \cdot 9,8 / (2 \cdot 0,16) = 221 \text{ Н}$$

3.2.4 Расчет усилия привода

Определим момент и силы привода захватного устройства.

Расчетная схема захватного устройства показана на рисунке 3.3

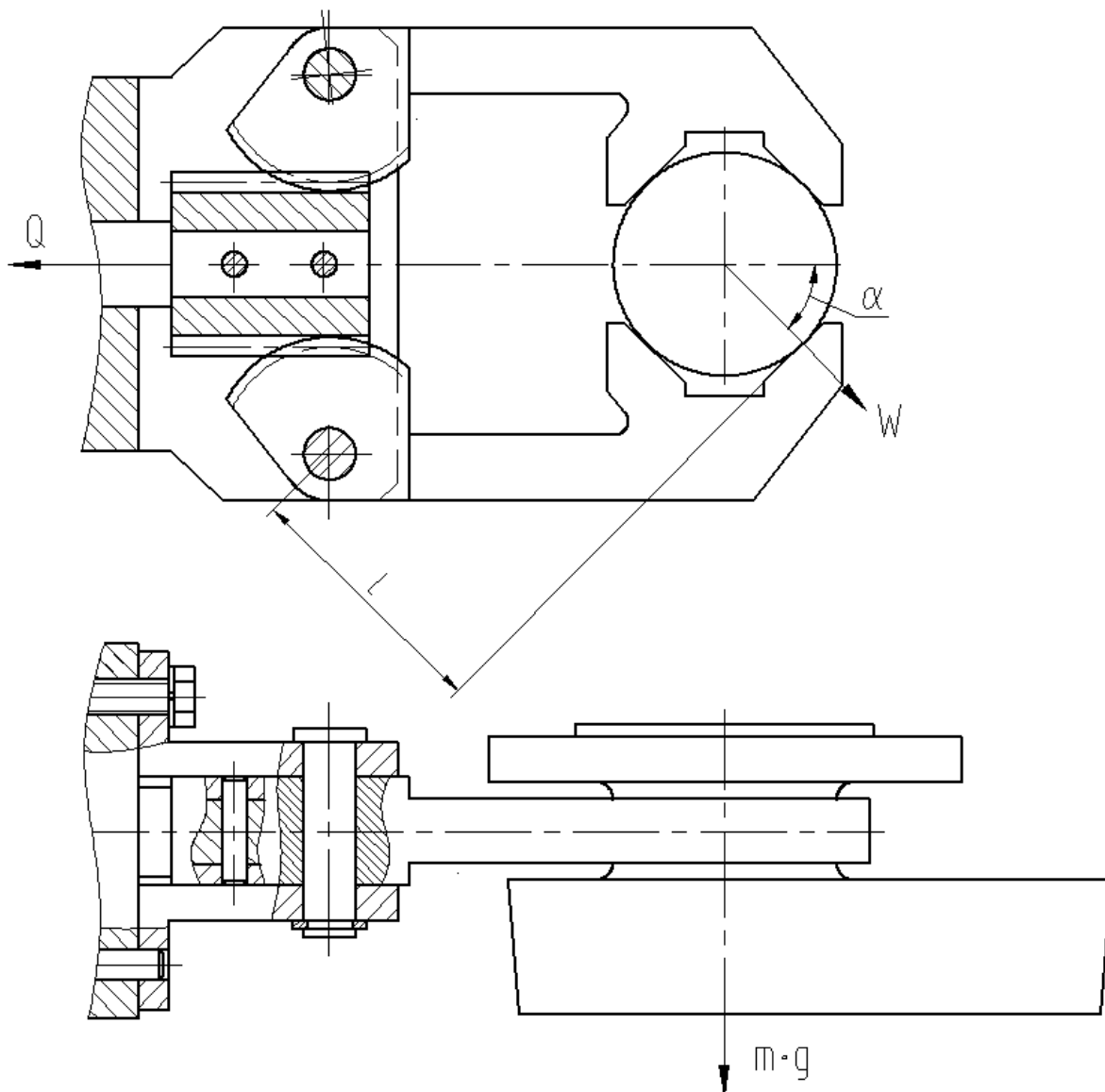


Рисунок 3.3 - Схема захватного устройства

Соотношение между силой Q привода, силами на губках захватного устройства определим из условия статического равновесия.

Имеем:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (3.23)$$

где Q- усилие на приводе;
η- КПД реечной передачи;
m_c- модуль зубчатого сектора;
r_c- полное число зубьев сектора;
M- наибольший момент.

Сила на штоке пневмоцилиндра с учетом КПД механизма:

$$Q = \frac{1}{m_c \cdot r_c \cdot \eta} \cdot 2 \cdot W \cdot l \quad (3.24)$$

Тогда: $Q = \frac{2 \cdot 221 \cdot 58}{2 \cdot 11 \cdot 0.9} = 1294 \text{ Н.}$

3.2.4 Определение конструктивных параметров привода

В качестве привода принимаем пневмопривод с рабочим давлением p=0,63 МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле.

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{1294}{0,63 \cdot 0.9}} = 55.9 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное большее значение D = 63 мм.

Ход губок, необходимый для захвата деталей равен 22 мм.

Ход штока пневмоцилиндра с учетом запаса хода равен 4 мм

3.2.5 Описание конструкции и принципа работы захватного устройства

Описание захватного устройства:

Захватное устройство содержит губки 2, служащие для зажима заготовки. Губки 2 установлены на угольниках 11 с помощью осей 7, зафиксированных кольцами 6. Губки 2 своим зубчатым сектором входят в зацепление с зубчатой рейкой 10. Рейка 10 установлена на осях 8 на штоке 12 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр состоит из двух крышек 4 и 5, установленных во втулке 1 и

скрепленных шпильками 21 с гайками 14. Болты 13 с шайбами 19 крепят угольники 11 к крышке 5. Для точного центрирования угольники установлены с помощью штифтов 20. Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены резиновые кольца 16,17. Для предотвращения ударов поршня о стенки цилиндра в крышке 9 установлен демпфер 3. Давление в цилиндр подается через два отверстия с резьбой М12.

Устройство работает следующим образом:

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 9 тянет шток 12, губки 2, входящие в зацепление с зубьями рейки 10 поворачиваются на оси 7 и закрепляют заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость шток с рейкой отходит вправо и разжимает заготовку.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Наименование технического объекта дипломного проектирования (технологический процесс, технологическая операция, технологическое или инженерно-техническое оборудование, техническое устройство, приспособление, материальное вещество, технологическая оснастка, расходный материал) приводится в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

| № п/п | Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|-------|-------------------------|---|--|---|---------------------|
| 1 | Штамповка | Заготовительная операция | Кузнец-штамповщик | Пресс КГШП | Металл |
| 2 | Точение | Токарная операция | Оператор станка с ЧПУ | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC | Металл, СОЖ |
| 3 | Фрезерование | Фрезерная операция | Оператор станка с ЧПУ | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Металл, СОЖ |
| 4 | Сверление | Сверлильная операция | Оператор станка с ЧПУ | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Металл, СОЖ |
| 5 | Координатное шлифование | Координатно-шлифовальная операция | Оператор станка с ЧПУ | Координатно-шлифовальный с ЧПУ 32K84CF4 | Металл, СОЖ |

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификацию производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков - опасных и /или вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, источник этих факторов – оборудование, материал, вещество приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

| № п/п | Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ | Опасный и /или вредный производственный фактор | Источник опасного и /или вредного производственного фактора |
|-------|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Заготовительная операция | Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации | Пресс КГШП |
| 2 | Токарная операция | Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ) | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC |
| 3 | Фрезерная операция Сверлильная операция | Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ) | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V |
| 4 | Координатно-шлифовальная операция | Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ) | Координатно-шлифовальный с ЧПУ 32K84CF4 |

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

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

| № п/п | Опасный и / или вредный производственный фактор | Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора | Средства индивидуальной защиты работника |
|-------|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов | Ограждение оборудования | Краги для металлурга |
| 2 | Движущиеся машины и механизмы | Соблюдение правил безопасности выполнения работ | Каска защитная, очки защитные |
| 3 | Подвижные части производственного оборудования; передвижающиеся изделия, заготовки | Ограждение оборудования | Каска защитная, очки защитные |
| 4 | Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль) | Применение приточно-вытяжной вентиляции | Респиратор |
| 5 | Токсические, раздражающие (СОЖ) | Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран | Респиратор, перчатки |
| 6 | Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации | Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания | Беруши, наушники |

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

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);
- 6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| № п/п | Участок, подразделение | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара | Сопутствующие проявления факторов пожара |
|-------|------------------------|--------------|--|-------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Кузнечный участок | Пресс КГШП | Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D) | Пламя и искры; тепловой поток | Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |

Продолжение таблицы 4.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|------------------------------|--|---|---------------|--|
| 2 | Участок лезвийной обработки | Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В) | Пламя и искры | Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |
| 3 | Участок абразивной обработки | Координатно-шлифовальный с ЧПУ 32K84СФ4 | Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В) | Пламя и искры | Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |

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

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

| Первичные средства пожаротушения | Мобильные средства пожаротушения | Стационарные установки системы пожаротушения | Средства пожарной автоматики | Пожарное оборудование | Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре | Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный) | Пожарные сигнализация, связь и оповещение |
|---|--|--|--|---|---|---|---|
| Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком | Пожарные автомобили, пожарные лестницы | Оборудование для пенного пожаротушения | Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные | Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления | Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы | Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический | Автоматические извещатели |

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара (таблица 4.6).

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

| Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта | Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий | Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты |
|---|---|---|
| Фрезерная операция Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров | Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре |

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

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

ты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| Наименование технического объекта, технологического процесса | Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п. | Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду) | Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения) | Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.) |
| Фрезерная операция | Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V | Пыль стальная | Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ | Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³ |

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (ВКР) согласно нормативных документов (таблица 4.8).

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

| Наименование технического объекта | Фрезерование |
|--|---|
| 1 | 2 |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу | Применение «сухих» механических пылеуловителей |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу | Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу | Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение |

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления корпуса гидромотора поворотной головки, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления корпуса гидромотора поворотной головки, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

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

5 Экономическая эффективность работы

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

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

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

| Базовый вариант | Проектируемый вариант |
|---|---|
| 1 | 2 |
| <p>Операция 030 – Сверлильная</p> <p>Обработка отверстий производится в два перехода: <i>1 переход</i> – центровать 6 отверстий ($T_0=0,6$ мин.); <i>2 переход</i> – сверлить 6 отверстий ($T_0=0,562$ мин.).</p> <p><u>Оборудование</u> – вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, модель 2P135Ф2-1.</p> <p><u>Оснастка</u> – универсальное приспособление с винтовым зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – <i>1 переход</i> – сверло спиральное $\varnothing 3,15$ мм, тип А ГОСТ 14952-75, P6M5; <i>2 переход</i> – сверло спиральное с коническим хвостовиком $\varnothing 11$ мм ГОСТ 10903-77, P6M5.</p> | <p>Операция 030 – Сверлильная</p> <p>Обработка отверстий производится в один переход.</p> <p><u>Оборудование</u> – многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ, модель 400V.</p> <p><u>Оснастка</u> – специальное приспособление с пневмоприводом.</p> <p><u>Инструмент</u> – сверло спиральное укороченное с коническим хвостовиком $\varnothing 11$ мм, P6M5K5.</p> |

Продолжение таблицы 5.1

| 1 | 2 |
|--|---|
| Масса детали $M = 8,7$ кг. Масса заготовки (отливка) $M_3 = 10$ кг Материал – чугун СЧ 20 ГОСТ 1412-85 | |
| Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная. | |

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

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

| № | Показатели | Условное обозначение, единица измерения | Значение показателей | |
|---|--|---|----------------------|-----------|
| | | | Базовый | Проектный |
| 1 | Годовая программа выпуска | $P_G, шт.$ | 10000 | 10000 |
| 2 | Норма штучного времени, в том числе и машинное время | $T_{шт}, мин.$ | 2,795 | 1,167 |
| | | $T_{маш}, мин.$ | 1,162 | 0,488 |

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

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

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

– капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на проектирование и многое другое, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 319464,73$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

– полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 35,39$ руб., $C_{ПОЛН(ПР)} = 14,96$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

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

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (35,39 - 14,96) \cdot 10000 = 204300 \text{ руб.}$$

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

$$Н_{ПРИБ} = 204300 \cdot 0,2 = 40860 \text{ руб.}$$

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

$$П_{Р.ЧИСТ} = 204300 - 40860 = 163440 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{319464,73}{163440} + 1 = 2,96 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 163440 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) = 373296,96 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 373296,96 - 319464,73 = 53832,23 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{373296,96}{319464,73} = 1,17 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 030 технологического процесса изготовления детали «Корпус гидромотора». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 163440 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 53832,23 руб.

Заключение

При проектировании нового технологического процесса детали «» в выпускной квалификационной работе были решены следующие задачи:

В новом технологическом процессе, разработанном для условий среднесерийного производства, применено высокопроизводительное оборудование, оснастка с механизированным приводом и инструменты с износостойкими покрытиями.

Выбран и подтвержден экономическим расчетом, метод получения заготовки. Спроектирована заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом

Спроектировано приспособление с пневмоприводом для сверлильной операции и захватное устройство промышленного робота.

Эти изменения позволили достичь цели работы и обеспечить заданный объем выпуска деталей, снижение себестоимости изготовления и повышения качества изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Величина экономического эффекта составит 53832,23 рубля.

Список используемой литературы

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов, 1995.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений, 1980
- 3 Боровков В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки 2013
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса, 2013
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2007
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки., 2004.
- 7 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта», 2016
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные 1990. – 86 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" 1985
- 10 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения, 2008.
- 11 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту, 1990
- 12 Справочник технолога - машиностроителя Т. 1 / А.М.Дальский, 2003.
- 13 Справочник технолога - машиностроителя Т. 2 / А.М.Дальский 2003.
- 14 Станочные приспособления: Справочник Т. 1./ Б.Н. Вардашкин, 1984
- 15 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент, 2008
- 16 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности 1982

Приложения

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.
4. Спецификация к чертежу захватного устройства промышленного робота.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|-----|------|--------------|----------------------------|-------|------------|--------------------|----|-----------------------|-------|-----|------|------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 01101 | 25211 | | 1 | 4 | | | | | | | |
| Разраб. | Цыганов | | | | | | ТГУ | | | | | | XXXX | XXXX | | | | | | | |
| Пров. | Расторгуев | | | | | | | | | | | | | | 10141 | 00001 | | | | | |
| Н. Контр. | Виткалов | | | | | | | Корпус гидромотора | | | | | | | | | | | | | |
| M01 | Сталь 45 ГОСТ 1050-88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M02 | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н.расх. | КИМ | Код.загот. | Профиль и размеры | | | | | КД | МЗ | | | | | | | |
| | - | 166 | 2.8 | | | 0,55 | 41211XXX | ∅117,2x68,2 | | | | | 1 | 5,05 | | | | | | | |
| A | цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | | | |
| B | Код, наименование оборудования | | | | | СМ | Проф. | P | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз. | Тшт. | | | | | |
| 01A | XXXXXX | 005 | 4110 | Токарная | ИОТ И 37.101.7034-93 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02Б | 391148XXX | | | SAMAT 135 NC | 2 | 15929 | 411 | 1P | 1 | 1 | 1 | 236 | 1 | 21 | 1,254 | | | | | | |
| 03T | 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04T | 392195XXX- резец-вставка расточной ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05T | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07A | XXXXXX | 010 | 4110 | Токарная | ИОТ И 37.101.7034-93 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08Б | 391148XXX | | | SAMAT 135 NC | 2 | 15929 | 411 | 1P | 1 | 1 | 1 | 236 | 1 | 24 | 2,806 | | | | | | |
| 09T | 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10T | 392195XXX- резец-вставка канавочный ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11T | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13A | XXXXXX | 015 | 4110 | Токарная | ИОТ И 37.101.7034-93 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14Б | 391148XXX | | | SAMAT 135 NC | 2 | 15929 | 411 | 1P | 1 | 1 | 1 | 236 | 1 | 21 | 1,206 | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|-----|----|-------|----------------------------|--|--|--|----|-------|---|----|-----------------------|------|-------|-------|-----|------|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 01101 | 25211 | 3 | 4 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А | цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | | | | | | Обозначение документа | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз. | Тшт. |
| 01Т | 391269XXX- метчик машинный М12 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03А | XXXXXX 030 4121 Сверлильная ИОТ И 37.101.7026-89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04Б | 3816XXX 400V 2 18632 411 1Р 1 1 1 236 1 21 1,078 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05Т | 391267XXX- сверло спиральное Ø11 Р6М5К5; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06Т | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08А | XXXXXX 035 0190 Слесарная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09Б | XXXXXX 4407 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11А | XXXXXX 040 0130 Моечная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12Б | 375698XXX КММ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14А | XXXXXX 045 0200 Контрольная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16А | XXXXXX 050 0511 Термическая | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18А | XXXXXX 055 4133 Координатно-шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|-----|------|-------------|----------------------------|-------|---|----|-----------------------|-------|-------|-------|-----|------|------|-----|---|----|-------|
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 01101 | 25211 | 4 | 4 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А | цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз. | Тшт. | | | | |
| 01Б | 38132XXX | | | | 3284СФ4 | | | | 2 | 18873 | 411 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 236 | 1 | 28 | 4,097 |
| 02Т | 391810XXX- шлифовальный круг 5 5x15x2 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03Т | 391810XXX- шлифовальный круг 5 20x10x8 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04Т | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05Т | 393140XXX- приспособление мерительное с индикатором | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07А | XXXXXX | 060 | 0130 | Моечная | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08Б | 375698XXX | КММ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10А | XXXXXX | 065 | 0200 | Контрольная | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |

01101.24.205 | 1 | 1

| | |
|----------|------------|
| Разраб. | Цыганов |
| Проб. | Расторгуев |
| Н.контр. | |

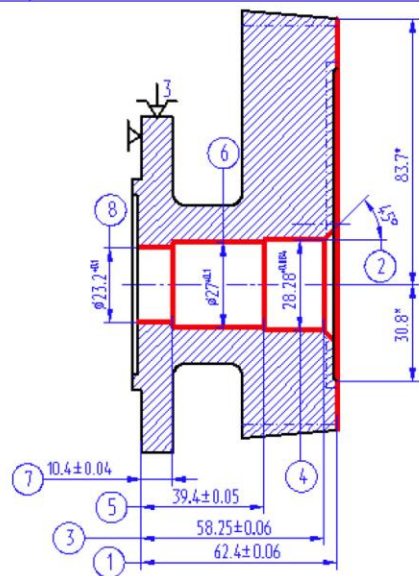
ТГУ

XXXX.XXXX
20141.00003

Карпус гидромотора

Цех Уч. IPM | Опер. 015

√Ra6,3



*Размер для справок

КЭ

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|-----------------------|---------|-----------|-------|------|-------------------|--------------------|-------|-------------|------|----|------|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 01101.25225 | 1 | 1 | | | | |
| Разраб. | Цыганов | | | ТУ | | | | | | XXXX.XXXX | | | | | | |
| Пров. | Расторгуев | | | | | | | | | 10141.00001 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Виткалов | | | | | | | Корпус гидромотора | | Цех | Уч. | РМ | Опер | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 030 | | | |
| Наименование операции | | Материал | | твердость | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | МЗ | КОИД | | | | | |
| 4121 Сверлильная | | Сталь 45 ГОСТ 1050-88 | | 180 НВ | 166 | 2,80 | Ø117,2x68,2 | | | 5,05 | 1 | | | | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | Обозначение программы | | То | Тв | Тпз | Тшт | СОЖ | | | | | | | | |
| 400V | | XXXXXX | | 0,488 | 0,529 | 21 | 1,078 | Украинол- 1 | | | | | | | | |
| P | | ПИ | D или B | L | t | i | S | n | V | | | | | | | |
| 01 | | | мм | мм | мм | | мм/об | об/мин | м/мин | | | | | | | |
| 02O | 1. Установить и снять заготовку | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03T | 3961811XXX-приспособление специальное ГОСТ 12195-66 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04O | 2. Сверлить отв., выдерж. разм. 1-2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05T | 391267XXX- сверло Ø11 P6M5K5; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06T | 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07P | | XX | 11 | 10 | 5.5 | 1 | 0,20 | 923 | 31,9 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОКП | | | | | | | | | | | | | | | | |

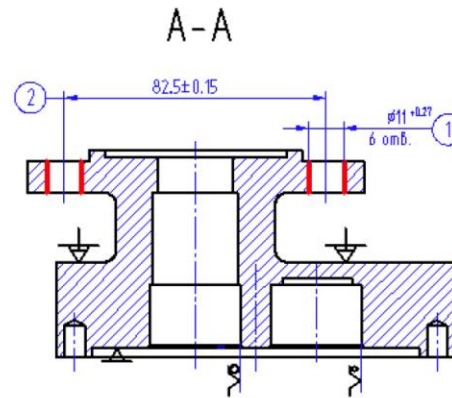
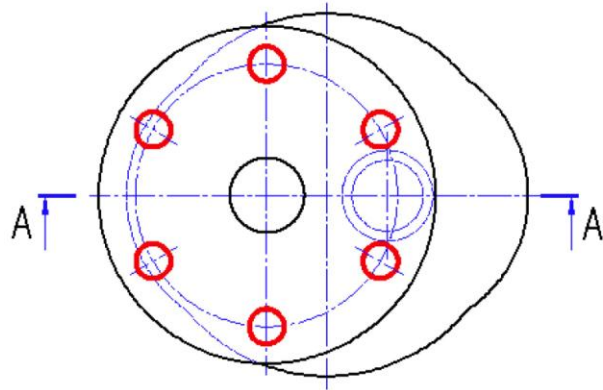
ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

01101.24.205 | 1 | 1

| | | | |
|----------|------------|--------------------|-------------------------------|
| Разраб. | Цыганов | ТГУ | XXXX.XXXX 2014.1.00003 |
| Проб. | Расторгуев | | |
| Н.контр. | | Корпус гидромотора | Цех Уч. РМ Отпр. 030 |

$\sqrt{Ra6,3}$



КЭ

| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примеч. |
|----------------------------|------------|----------|------------------------|----------------------------|--------------------|---------|
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| A1 | | | 16.07.ТМ.583.60.000.СБ | Сборочный чертеж | | |
| | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | |
| | | 1 | 16.07.ТМ.583.60.100 | Пнеумоцилиндр | | |
| | | | | ГОСТ 15608-81 | 1 | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |
| | | 2 | 16.07.ТМ.583.60.002 | Винт | 1 | |
| | | 3 | 16.07.ТМ.583.60.003 | Корпус | 1 | |
| | | 4 | 16.07.ТМ.583.60.004 | Коромысло | 1 | |
| | | 5 | 16.07.ТМ.583.60.005 | Клин | 1 | |
| | | 6 | 16.07.ТМ.583.60.001 | Опора | 3 | |
| | | 7 | 16.07.ТМ.583.60.001 | Ось | 1 | |
| | | 8 | 16.07.ТМ.583.60.008 | Ось | 2 | |
| | | 9 | 16.07.ТМ.583.60.009 | Палец цилиндрический | 1 | |
| | | 10 | 16.07.ТМ.583.60.010 | Палец ромбический | 1 | |
| | | 11 | 16.07.ТМ.583.60.011 | Ролик | 1 | |
| | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | | 12 | | Болт 7002-0569 | | |
| | | | 16.07.ТМ.583.60.000 | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| Разраб. | Цыганов | | | | Лит. | Лист |
| Проев. | Расторгуев | | | | | Листов |
| | | | | | | 1 2 |
| Н. Контр. | Виткалов | | | | ТГУ, гр. ТМбз-1131 | |
| Утв. | Бобровский | | | | | |
| Приспособление сверлильное | | | | | | |

| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примеч. | |
|----------------------|------|------------|------------------------|----------------------------|--------------------|---------|--------|
| | | | | <u>Документация</u> | | | |
| A1 | | | 16.07.ТМ.583.61.000.СБ | Сборочный чертеж | | | |
| | | | | <u>Детали</u> | | | |
| | | 1 | 16.07.ТМ.583.61.001 | Втулка | 1 | | |
| | | 2 | 16.07.ТМ.583.61.002 | Губка | 2 | | |
| | | 3 | 16.07.ТМ.583.61.003 | Демпфер | 2 | | |
| | | 4 | 16.07.ТМ.583.61.004 | Крышка | 1 | | |
| | | 5 | 16.07.ТМ.583.61.005 | Крышка | 1 | | |
| | | 6 | 16.07.ТМ.583.61.006 | Кольцо | 1 | | |
| | | 7 | 16.07.ТМ.583.61.007 | Ось | 2 | | |
| | | 8 | 16.07.ТМ.583.61.008 | Ось | 2 | | |
| | | 9 | 16.07.ТМ.583.61.009 | Поршень | 1 | | |
| | | 10 | 16.07.ТМ.583.61.010 | Рейка | 1 | | |
| | | 11 | 16.07.ТМ.583.61.011 | Угольник | 2 | | |
| | | 12 | 16.07.ТМ.583.61.012 | Шток | 1 | | |
| | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | | |
| | | 13 | | Болт М8х22.58 | | | |
| | | | | ГОСТ 7805-70 | 4 | | |
| | | 14 | | Гайка М8х1,5-6Н.5.029 | | | |
| | | | | ГОСТ 5927-70 | 8 | | |
| | | | 16.07.ТМ.583.61.000 | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | |
| Разраб. | | Цыганов | | | | | |
| Проев. | | Расторгуев | | | | | |
| Н. Контр. | | Виткалов | | | | | |
| Утв. | | Бобровский | | | | | |
| Захватное устройство | | | | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | | | 1 | 2 |
| | | | | | ТГУ, гр. ТМбз-1131 | | |

