



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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**

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

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

Студент Трофимов Эдуард Васильевич гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления шестерни подъемного механизма мостового крана DEMAG
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_» \_\_\_\_ 2016г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 4000 шт в год; режим работы участка – двухсменный
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

- 1) *Описание исходных данных*
- 2) *Технологическая часть работы*
- 3) *Проектирование приспособления и режущего инструмента*
- 4) *Безопасность и экологичность технического объекта*
- 5) *Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список использованных источников.*

*Приложения: технологическая документация.*

## АННОТАЦИЯ

Трофимов Э.В. Технологический процесс изготовления шестерни подъемного механизма мостового крана DEMAG. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2016 г.

Работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления шестерни подъемного механизма мостового крана DEMAG.

В данной работе произведено описание исходных данных, по результатам которого сформулированы задачи работы. Затем выполнена технологическая часть работы, в которой выбрана заготовка, выбраны методы обработки поверхностей, разработан маршрут обработки шестерни, произведен расчет припусков на обработку, на основе чего спроектирована заготовка, выбраны средства технологического оснащения, проведено проектирование технологических операций. На следующем этапе спроектировано станочное приспособление и режущий инструмент. Так же был проведен анализ по безопасности и экологичности технического объекта и расчет экономической эффективности работы.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали .....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	10
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	15
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	16
2.5 Разработка технологического маршрута.....	21
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	23
2.7 Проектирование технологических операций.....	27
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	32
3.1 Проектирование приспособления .....	32
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	41
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	41
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	42
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	49
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	52
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	56
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	58
5 Экономическая эффективность работы.....	60

Заключение.....	64
Список использованных источников.....	65
Приложения.....	68

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Из всего многообразия различного рода подъемных механизмов одними из самых распространенных являются мостовые краны. Это объясняется простотой их конструкции, удобством эксплуатации, большой грузоподъемностью и относительно небольшой стоимостью.

Рассматриваемая в данной выпускной квалификационной работе шестерня является одной из составных частей подъемного механизма мостового крана DEMAG. Деталь является достаточно ответственной и должна отвечать всем требованиям предъявляемой к ней. Поэтому основной целью данной работы является проектирование такого технологического процесса изготовления шестерни, который бы позволил обеспечить ее выпуск в необходимом количестве, при условии обеспечения заданного качества и минимальных затрат. Достижению данной цели посвящены последующие разделы данной работы

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Основным служебным назначением шестерни является передача крутящего момента и изменение частоты вращения между входным валом подъемного механизма выходным.

Крутящий момент воспринимается внутренними шлицами, которые входят в зацепление с входным валом, и передается выходному валу через боковые поверхности шестерен.

В процессе эксплуатации возникают значительные по величине и переменные по направлению нагрузки, также возможно возникновение ударных нагрузок. Все это негативно сказывается на условиях эксплуатации шестерни и может привести к преждевременному выходу ее из строя.

Работа шестерни происходит в закрытом корпусе подъемного механизма, но возможно эксплуатация в неблагоприятных климатических условиях, поэтому рабочую среду можно охарактеризовать как умеренно агрессивную.

### 1.2 Описание технологичности детали

Описание технологичности начинаем с материала детали и заготовки.

Материал шестерни – сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71.

Основные химические и механические характеристики материала указаны соответственно в таблицах 1.1 и 1.2 [1]

Таблица 1.1 - Химический состав

Элемент	С	S	P	Cu	Cr	Mn	Si	Ni
		Не более						
содержание, %	0,09-0,16	0,025	0,025	0,3	0,6-0,9	0,3-0,6	0,17-0,37	0,75-3,15

Таблица 1.2 -Механические свойства

$\sigma_{02}$ МПа	$\sigma_{в}$ МПа	$\delta 5$ %	$\psi$ %	НВ
570	650	11	55	230-260

Коэффициент обрабатываемости при обработке твердосплавным инструментом 0,9, быстрорежущим инструментом 0,8.

Наиболее эффективным методом для получения заготовки для шестерни является один из методов штамповки [2]. Это позволит максимально приблизить контур заготовки к готовой детали и сократить напуски.

Конструкция шестерни достаточно технологична. Такой вывод можно сделать исходя из того, что конфигурация детали является типичной для данной группы деталей. Размеры всех поверхностей соответствуют нормальному ряду. Следовательно, при механической обработке можно использовать типовые методы обработки и стандартные средства технологического оснащения [2].

Для выявления наиболее ответственных поверхностей необходимо провести их классификацию по назначению [2, 3]. Для этого выполним эскиз детали на котором пронумеруем все поверхности (рисунок 1.1). Затем все поверхности классифицируем (таблица 1.3).

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	7, 8, 27
Вспомогательная конструкторская база	49, 50
Исполнительная поверхность	13, 20, 33, 41, 48
Свободные поверхности	Все оставшиеся поверхности

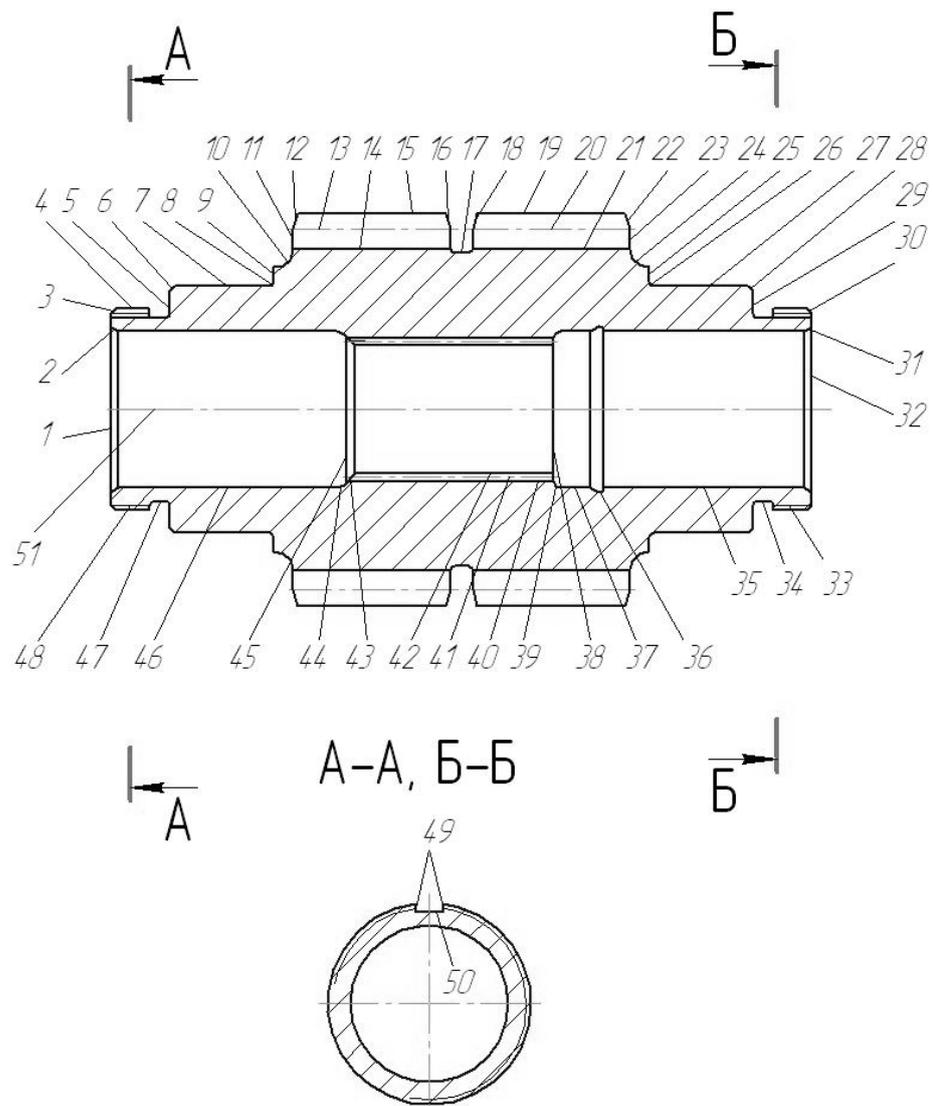


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

Из приведенной классификации видно, что наиболее важными с точки зрения выполнения деталью ее функционального назначения являются шейки под подшипники, зубья и шлицы. Это следует учесть при проектировании техпроцесса и уделить обработке этих поверхностей особое внимание.

Исходя из заданной точности поверхностей механической обработке необходимо подвергнуть все поверхности детали [3]. Изменить эти параметры невозможно, т.к. они задаются исходя из опыта проектирования и эксплуатации подобных узлов, и их изменение может привести к негативным последствиям.

При обработке шестерни в качестве баз могут быть приняты как наружные поверхности детали, так и центровые отверстия. В любом случае схемы базирования будут типовыми и для их реализации не требуется сложной

оснастки.

Из проведенного описания технологичности видно, что шестерня является достаточно технологичной деталью и не требует каких-либо доработок и изменений. При этом есть возможность проектирования технологического процесса ее изготовления на базе типового техпроцесса, что повысит качество разработки и сократит время.

### 1.3 Задачи работы

Для достижения сформулированной во введении цели и исходя из анализа исходных данных, необходимо решить ряд задач:

- 1) выбрать оптимальный метод получения заготовки и провести ее проектирование;
- 2) разработать маршрутно-операционную технологию изготовления шестерни на базе типовых технологических процессов и современных достижений в области технологии механической обработки;
- 3) произвести проектирование технологические операции;
- 4) спроектировать необходимые станочные приспособления и режущий инструмент;
- 5) провести анализ безопасности и экологичности технического объекта;
- 6) правильность выбранных решений необходимо проверить путем экономических расчетов.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

С целью определения стратегии разработки техпроцесса необходимо определить тип производства [2]. При заданном объеме выпуска детали 4000 штук в год и массе детали равной 3,71 кг тип производства среднесерийный.

На основании типа производства принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса [2, 4].

Предпочтительным является последовательная стратегия разработки техпроцесса. В обоснованных случаях возможно применение циклической, линейной, разветвленной, жесткой и адаптивной стратегий.

Форма организации техпроцесса непоточная, т.е. детали выпускаются периодическими партиями.

Предпочтительный метод получения заготовки штамповка.

Выбор методов обработки поверхностей производится табличным методом по коэффициенту удельных затрат.

Для определения припусков на обработку применяется табличный метод. В обоснованных случаях припуски определяются по переходам. При этом величина припуска незначительная.

Разработка технологических процессов производится на базе типового техпроцесса. При этом разрабатывается, как правило, маршрутная технология. В определенных случаях разрабатывается маршрутно-операционная технология.

Маршрут обработки формируется по принципу экстенсивной или интенсивной концентрации операций. В зависимости от реальной производственной обстановки и характеристик применяемого оборудования.

При базировании заготовок обязательным является соблюдение принципов постоянства баз и единства баз.

Точность обработки обеспечивается методом работы на настроенном оборудовании.

В данном случае применяется универсальное оборудование и

оборудование, оснащенное числовым программным управлением. Станочные приспособления: универсальные, стандартные, универсально-сборные, при необходимости специальные. Режущие инструменты: стандартные, при необходимости специальные. Средства контроля: универсальные, при необходимости специальные.

Режимов резания определяются по общемашиностроительным нормативам, в отдельных случаях по эмпирическим формулам.

Нормирование технологического процесса выполняется по опытно-статистическим нормам, для наиболее сложных операций возможно применение детального пооперационного нормирования.

Расстановка оборудования на участке производится по группам.

Рабочие должны иметь достаточно высокую квалификацию.

В качестве технологической документации используются маршрутные карты. Для наиболее сложных операций возможна разработка операционных карт.

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Как указывалось при описании исходных данных и согласно рекомендаций [2] в качестве метода получения заготовки необходимо применять штамповку в закрытых штампах на молоте или на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Выбор метода получения заготовки выполняется путем экономического сравнения данных методов по методике [5].

Сравниваются общие затраты на получение детали для этих методов:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot Q - q \cdot C_{ОТХ} \cdot Q - q \cdot C_{ОТХ}, \quad (2.1)$$

где  $C_T$  - технологическая себестоимость изготовления детали;

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

$C_{МЕХ}$  - стоимость механической обработки, отнесенная к одному кг срезаемой

стружки;

$C_{отх}$  - цена одного кг отходов.

Масса детали равна:

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

где  $V$  – объем детали;

$\rho$  – плотность материала.

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,045^2 \cdot 0,013 \cdot 2 + 0,055^2 \cdot 0,023 \cdot 2 + 0,0635^2 \cdot 0,005 \cdot 2 + 0,0875^2 \cdot 0,034 \cdot 2 + 0,07^2 \cdot 0,005 - 0,035^2 \cdot 0,052 - 0,03^2 \cdot 0,046 - 0,035^2 \cdot 0,057)\right) \cdot 0,785 = 3,71 \text{ кг.}$$

Масса заготовки ориентировочно может быть рассчитана как:

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

где  $M_o$  – масса детали;

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

$Q_1 = 3,71 \cdot 1,85 = 6,86$  кг – масса заготовки полученной штамповку в закрытых штампах на молоте.

$Q_2 = 3,71 \cdot 1,8 = 6,68$  кг – масса заготовки полученной на горизонтально-ковочной машине.

Затраты на механическую обработку, отнесенные на один кг стружки, могут быть определены по формуле:

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

где  $C_c$  - текущие затраты на один кг стружки;

$C_k$  - капитальные затраты на один кг. стружки;

$E_H$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

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

Стоимость заготовок, полученных штамповкой с достаточной для стадии проектирования точностью можно определить по формуле:

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (2.5).$$

где  $C_{шт}$  - базовая стоимость одного кг штампованных заготовок.

$h_T$  - коэффициент, зависящий от класса точности;

$h_M$  - коэффициент, зависящий от марки материала;

$h_C$  - коэффициенты, зависящий от группы сложности;

$h_B$  - коэффициент, зависящий от массы;

$h_{II}$  - коэффициент, зависящий от объема производства.

В результате расчета получаем:

$$C_{заг1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ руб.}$$

$$C_{заг2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ руб.}$$

Тогда себестоимости изготовления детали по формуле (2.1) равна:

$$C_{T1} = 31,46 \cdot 6,86 + 4,6 \cdot (6,86 - 3,71) \cdot 1,4 \cdot (6,86 - 3,71) = 225,9 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 6,68 + 4,6 \cdot (6,68 - 3,71) \cdot 1,4 \cdot (6,68 - 3,71) = 200,06 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что минимальная себестоимость получается для заготовки, полученной на горизонтально-ковочной машине.

В результате экономический эффект от применения более оптимального метода равен:

$$\mathcal{E} = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N, \quad (2.6)$$

где  $C_{T1}$ ,  $C_{T2}$  - техническая себестоимость изготовления детали из сопоставляемых заготовок.

Получим:

$$\mathcal{E} = (225,9 - 200,06) \cdot 4000 = 103360 \text{ руб.}$$

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

При выборе методов обработки поверхностей основными параметрами являются точность и шероховатость. Как правило, для их достижения имеются различные варианты, поэтому для правильного выбора воспользуемся данными [6].

Полученные методы обработки поверхностей представим в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Последовательность обработки
1	2	3	4	5
1, 32	П	11	12,5	Ф-ТО
2, 31	КВ	9	3,2	С-ТО-Ш
3, 30	К	12	12,5	Тч-ТО
4	Ц	12	12,5	Т-ТО
5, 29	П	12	12,5	Т-ТО
6, 28	К	12	12,5	Тч-ТО
7, 27	Ц	6	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
8, 26	Ц	12	12,5	Т-ТО
9, 27	П	11	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
10, 24	Ц	12	12,5	Т-ТО
11, 23	П	12	12,5	Т-ТО
12, 22	К	12	12,5	Тч-ТО
13, 20	Э	7 ст.т.	1,25	3Ф-ШВ-ТО-3Ш
14, 21	Ц	12	12,5	3Ф-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
15, 19	Ц	12	12,5	Т-ТО
16, 18	К	12	12,5	Т-ТО
17	Ц	12	12,5	Т-ТО
33, 48	Р	10	6,3	Т-ТО
34, 47	Ц	12	12,5	Тч-ТО
35, 37, 46	ЦВ	12	12,5	С-Т-ТО
36	ЦВ	12	12,5	С-Т-ТО
38, 45	ПВ	12	12,5	Т-ТО
39, 44	ПВ	12	12,5	Т-ТО
40	ЦВ	12	12,5	П-ТО
41	Э	8	1,25	П-ТО
42	ЦВ	12	12,5	Т-ТО
43	КВ	12	12,5	Т-ТО
49, 50	ПВ	12	12,5	Ф-ТО

Для форм поверхностей в таблице приняты следующие обозначения: П – плоская поверхность; ПВ – плоская внутренняя поверхность; Ц – цилиндрическая поверхность; ЦВ – цилиндрическая внутренняя поверхность; К – коническая поверхность; КВ – коническая внутренняя поверхность; Р – резьбовая; Э – эвольвента.

Для методов обработки в таблице приняты следующие обозначения: Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Ш – шлифование; Шч – шлифование чистовое; Ф – фрезерование; С – сверление; П – протягивание; ЗФ – зубофрезерование; Шв – шевингование; ЗШ – зубошлифование.

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Согласно рекомендаций п.2.1 припуски на обработку самых точных поверхностей определяем расчетно-аналитическим методом [7]. Для остальных

поверхностей воспользуемся табличным методом [8].

В нашем случае самой точной поверхностью являются поверхности 7 и 27 с размерами  $\varnothing 55k6^{(+0,021)}_{(+0,002)}$ .

Составляющие минимального припуска суммарная величина дефектного слоя, суммарное отклонение формы и расположения поверхностей определяем соответственно по формулам:

$$a = Rz + h, \quad (2.7)$$

где  $Rz$  – высота неровностей профиля;

$h$  – глубина дефектного слоя.

$$\Delta = 0,25Td, \quad (2.8)$$

Погрешность установки заготовки в приспособлении на каждом переходе  $\varepsilon$  определяем по таблицам.

Тогда минимальный припуск можно определить как:

$$Z_{i \min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.9)$$

где  $i$  - индекс данного перехода;

$i-1$  - индекс предыдущего перехода;

$i+1$  - индекс последующего перехода.

$$Z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,601$$

$$Z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0,025^2} = 0,438$$

$$Z_{3 \min} = a_{70} + \sqrt{\Delta_{70}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,282$$

$$Z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,012^2 + 0,012^2} = 0,167$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (d_{i-1} + Td_{i-1}) \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned} Z_{1\max} &= Z_{1\min} + 0,5 \cdot (d_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (2 + 0,30) = 1,351 \\ Z_{2\max} &= Z_{2\min} + 0,5 \cdot (d_1 + Td_2) = 0,438 + 0,5 \cdot (0,30 + 0,12) = 0,648 \\ Z_{3\max} &= Z_{3\min} + 0,5 \cdot (d_{TO} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,046) = 0,385 \\ Z_{4\max} &= Z_{4\min} + 0,5 \cdot (d_3 + Td_4) = 0,167 + 0,5 \cdot (0,046 + 0,019) = 0,200 \end{aligned}$$

Определяем среднее значение припуска:

$$Z_{cp_i} = (Z_{i\max} + Z_{i\min}) / 2 \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} Z_{cp1} &= (Z_{1\max} + Z_{1\min}) / 2 = (0,601 + 1,351) / 2 = 0,976 \\ Z_{cp2} &= (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,438 + 0,648) / 2 = 0,543 \\ Z_{cp3} &= (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,282 + 0,385) / 2 = 0,334 \\ Z_{cp4} &= (Z_{4\max} + Z_{4\min}) / 2 = (0,167 + 0,200) / 2 = 0,184 \end{aligned}$$

Предельные размеры для каждого перехода определяем по формулам:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\max} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.12)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1} \quad (2.13)$$

Для перехода термообработки:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.14)$$

Получаем следующие результаты:

$$\begin{aligned} d_{4\min} &= 55,002 \\ d_{4\max} &= 55,021 \\ d_{3\min} &= d_{4\min} + 2 \cdot Z_{4\min} = 55,002 + 2 \cdot 0,167 = 55,336 \\ d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 55,336 + 0,046 = 55,382 \\ d_{TO\min} &= d_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\min} = 55,336 + 2 \cdot 0,282 = 55,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{TO\max} &= d_{TO\min} + Td_{TO} = 55,9 + 0,160 = 56,06 \\
d_{2\min} &= d_{TO\min} \cdot 0,999 = 56,06 \cdot 0,999 = 56,004 \\
d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 56,004 + 0,12 = 56,124 \\
d_{1\min} &= d_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\min} = 56,004 + 2 \cdot 0,438 = 56,88 \\
d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 56,88 + 0,30 = 57,18 \\
d_{0\min} &= d_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\min} = 56,88 + 2 \cdot 0,601 = 58,082 \\
d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 58,082 + 1,2 = 59,282
\end{aligned}$$

Средние значения размера для каждого перехода:

$$d_{icp} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2} \quad (2.15)$$

$$\begin{aligned}
d_{cp0} &= \frac{d_{0\max} + d_{0\min}}{2} = \frac{59,282 + 58,082}{2} = 58,682 \\
d_{cp1} &= \frac{d_{1\max} + d_{1\min}}{2} = \frac{57,18 + 56,88}{2} = 57,03 \\
d_{cp2} &= \frac{d_{2\max} + d_{2\min}}{2} = \frac{56,016 + 56,004}{2} = 56,01 \\
d_{cpTO} &= \frac{d_{TO\max} + d_{TO\min}}{2} = \frac{56,06 + 55,9}{2} = 55,98 \\
d_{cp3} &= \frac{d_{3\max} + d_{3\min}}{2} = \frac{55,382 + 55,336}{2} = 55,359 \\
d_{cp4} &= \frac{d_{4\max} + d_{4\min}}{2} = \frac{55,021 + 55,002}{2} = 55,012
\end{aligned}$$

Общий припуск на обработку определяется:

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \quad (2.16)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.17)$$

$$2Z_{cp} = \frac{2Z_{\min} + 2Z_{\max}}{2} \quad (2.18)$$

$$\begin{aligned}
2Z_{\min} &= 58,082 - 55,021 = 3,061 \\
2Z_{\max} &= 3,061 + 1,2 + 0,019 = 4,28 \\
2Z_{cp} &= 0,5 \cdot (3,061 + 4,28) = 3,671
\end{aligned}$$

Для наглядности полученные результаты представим в виде соответствующей схемы расположения припусков и допусков (рисунок 2.1).

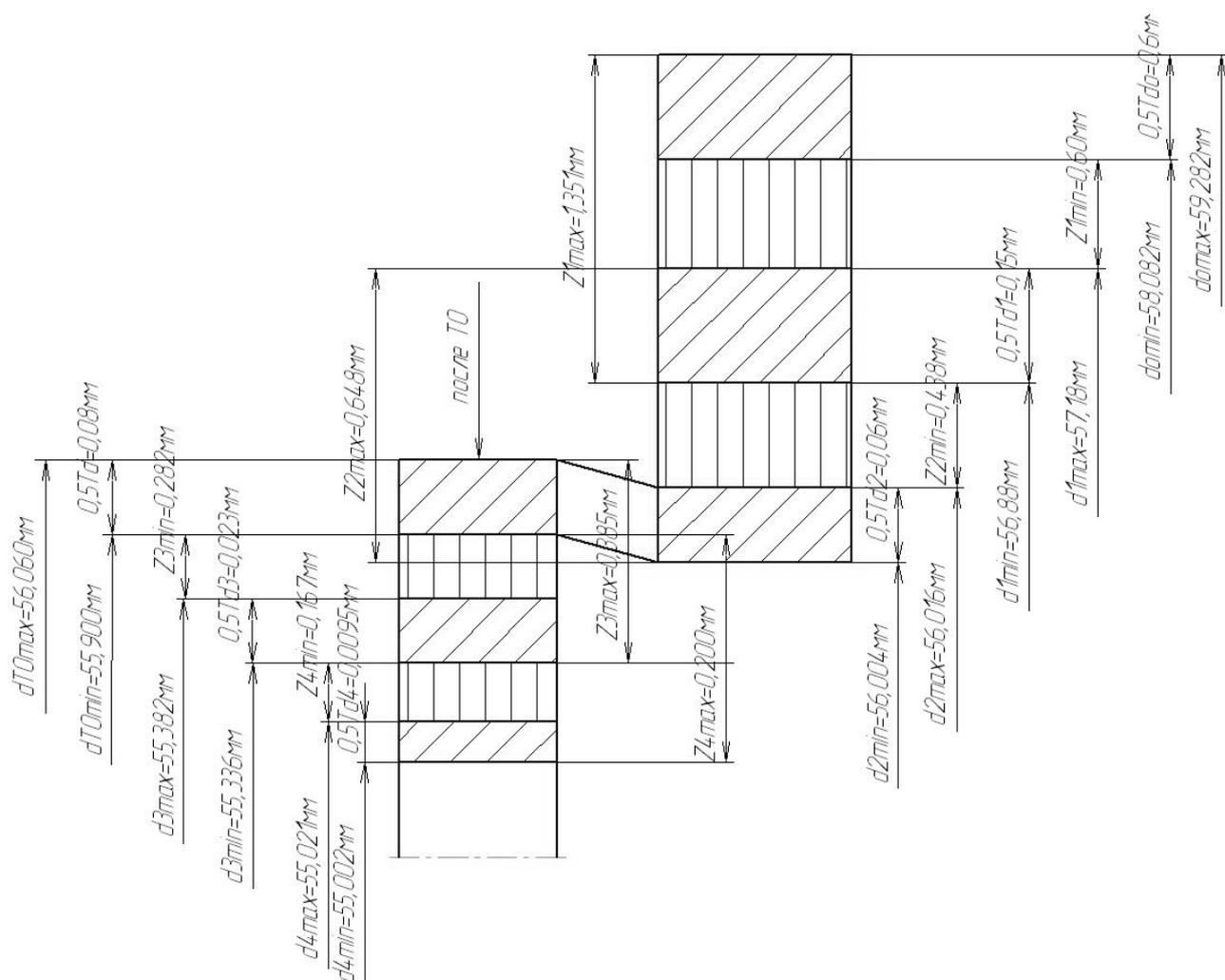


Рисунок - 2.1 Схема расположения припусков и допусков

Остальные припуски на обработку определяем по таблицам [8].

Порядок назначения припуска: по таблицам определяем  $Z_{i\min}$ ; определяем  $Z_{i\max}$  по формуле:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_{i-1}} \quad (2.19)$$

Результаты вычислений оформляем в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Припуски на обработку поверхностей

№ пов.	Наименование перехода	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$	$Z_{cp}$
1	2	3	4	5
1, 32	Фрезерование	2,0	3,6	2,8

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
9, 25	Точение черновое	2,0	3,425	2,713
	Точение чистовое	1,0	1,245	1,123
	Шлифование	0,5	0,599	0,55
	Шлифование чистовое	0,1	0,157	0,129
13, 20	Зубофрезерование чистовое	0,6	0,925	0,763
	Зубошлифование	0,2	0,395	0,298
35, 37, 46	Растачивание	0,8	1,05	0,925
42	Растачивание	0,8	1,01	0,905

На основании полученных значений припусков проектируем заготовку. Контур заготовки получается путем прибавления припусков и напусков к контуру детали.

Согласно рекомендаций [5, 8] получаем следующие параметры заготовки:

- класс точности, в зависимости от метода получения заготовки - Т4;
- группа стали, в зависимости от содержания углерода и минеральных элементов М2;
- степень сложности заготовки С1;
- в зависимости от значений Т.М.С определяем исходный индекс И13;
- в зависимости от исходного индекса определим начальные допуски;
- штамповочные уклоны 5°;
- радиус закругления 4 мм;
- допустимые значения остаточного облоя не более 1,0 мм.

Заготовка представлена на листе графической части работы

## 2.5 Разработка технологического маршрута

При разработке маршрута обработки воспользуемся рекомендациями [9, 10].

Особое внимание следует обратить на обработку базовых поверхностей,

т.к. от их характеристик во многом зависит точность дальнейшей обработки, поэтому их будем обрабатывать на одном переходе.

Так же следует обратить внимание на самые точные поверхности, их окончательную обработку будем производить в конце технологического маршрута, чтобы не допустить их возможного повреждения. Кроме того, такое решение снизит риск возникновения брака после дорогостоящих финишных операций.

Маршрут обработки оформим в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки шестерни

№	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Наименование операции
1	2	3	4	5
1	Фрезерование	1, 32	005	Фрезерно-центровальная
2	Сверление	2, 31, 35, 46	005	Фрезерно-центровальная
3	Точение	17, 19, 23, 24, 25, 26, 27, 29	010	Токарная
4	Точение	4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 15	015	Токарная
5	Сверление	42	020	Токарная
6	Растачивание	43, 44, 45, 46	020	Токарная
7	Растачивание	35, 36, 37, 38, 39	025	Токарная
8	Точение	3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 18, 16, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34	030	Токарная
9	Фрезерование	49, 50	035	Фрезерная
10	Протягивание	40, 41	040	Протяжная
11	Фрезерование	13, 14, 20, 21	045	Зубофрезерная

### Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
12			050	Слесарная
13	Шевингование	13, 20	055	Шевинговальная
14	Термообработка	все	060	Термическая
15	Шлифование	2, 31	065	Центрошлифовальная
16	Шлифование	7, 9, 25, 27	070	Торцекруглошлифовальная
17	Шлифование	7, 9, 25, 27	075	Торцекруглошлифовальная
18	Шлифование	13, 20	080	Зубошлифовальная
19	Мойка	все	085	Моечная
20	Контроль	все	090	Контрольная

По результатам формирования технологического маршрута проектируется план изготовления шестерни [9].

Он представляет собой графическое изображение маршрута обработки с указанием на каждой операции типа оборудования, операционных размеров, схемы базирования и технологических требований.

Особое внимание при его формировании следует уделить разработке схем базирования, т.к. от правильного выбора технологических баз зависит качество изготовления детали и количество технологических операций, от числа которых в конечном итоге зависит себестоимость изготовления детали.

При разработке схем базирования необходимо соблюдать принципы единства и постоянства баз, а также следовать ряду рекомендаций [9, 10].

План обработки входит в графическую часть работы.

#### 2.6 Выбор средств технологического оснащения

На данном этапе необходимо выбрать для каждой операции технологического процесса оборудование, режущий инструмент и средства контроля. При этом необходимо учитывать тип производства, возможность использования выбранных средств технологического оснащения для

изготовления других деталей и ряд других рекомендаций [2].

Выбор оборудования производим согласно данных [11, 12].

Выбор режущего инструмента производим согласно данных [11, 13].

Выбор мерительного инструмента производим согласно данных [11, 14].

Выбор приспособлений производим согласно данных [11, 15].

Полученные результаты выбора средств технологического оснащения представим в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование	СТО			
		Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный EM535	Фреза торцовая насадная Ø100 ГОСТ9473-80 Сверло ступенчатое специальное	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ160-80 Калибр контроля центрального отверстия	Тиски самоцентрирующие
010	Токарная	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1	Резец контурный специальный, резец канавочный ГОСТ 18879-	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ160-80	Патрон трехкулачковый специальный

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			73, резец резьбовой ГОСТ 18879- 73		
015	Токарная	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1	Резец контурный специальный	Штангенцир куль ШЦ-II ГОСТ160-80	Патрон трехкулач- ковый специаль- ный
020	Токарная	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1	Сверло спиральное ГОСТ 10903- 77, резец расточной ГОСТ 18879- 73	Нутромер НМ-50 ГОСТ160-80	Патрон трехкулач- ковый специаль- ный
025	Токарная	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1	Резец расточной ГОСТ 18879- 73	Нутромер НМ-50 ГОСТ160-80	Патрон трехкулачк овый специальн ый
030	Токарная	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1	Резец контурный специальный, резец канавочный ГОСТ 18879- 73, резец	Микрометр МК-50 ГОСТ6507- 78, калибр	Патрон поводко- вый ГОСТ2572- 72

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			резьбовой ГОСТ 18879-73		
035	Фрезерная	Вертикально-фрезерный ВМ127М	Фреза концевая ГОСТ 17025-71	Калибр	Тиски самоцентрирующие
040	Протяжная	Горизонтально-протяжной 7А523	Протяжка шлицевая ГОСТ 25161-82	Калибры	Опора сферическая
045	Зубофрезерная	Зубофрезерный 53В30	Фреза червячная Ø100 ГОСТ5392-80	Калибр	Патрон поводковый ГОСТ2572-72
050	Слесарная				
055	Зубошевинговальная	Зубошевинговальный ВС-Е02В-22	Шевер дисковый Ø180 ГОСТ5392-80	Калибр	Патрон поводковый ГОСТ2572-72
060	Термическая				
065	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный ZS-100	Головка алмазная АГК ГОСТ2447-82	Калибр	Тиски самоцентрирующие

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
070	Торцекругло шлифоваль- ная	Торцекругло шлифоваль- ный ОШ-650	Круг шлифоваль- ный 3- 750х32х350 23А46М6V8 30м/с1А	Скоба рычажная СР-80 ГОСТ160-80	Паторн поводко- вый ГОСТ2572- 72
075	Торцекругло шлифоваль- ная	Торцекругло шлифоваль- ный ОШ-650	Круг шлифоваль- ный 3- 750х32х350 24А80М5V5 30м/с1А	Скоба рычажная СР-80 ГОСТ160-80	Паторн поводко- вый ГОСТ2572- 72
080	Зубошлифо- вальная	Зубошлифо- вальный LFG-3540	Круг шлифоваль- ный 4- 250х76,2х10 23А60К6V30 м/с1А	Калибр	Паторн поводко- вый ГОСТ2572- 72
085	Моечная				
090	Контрольная				

### 2.7 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических операций выполняем согласно рекомендаций [11] и справочных данных [16, 17, 18].

Определяем скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (2.20)$$

где  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  – коэффициенты и показатели степеней учитывающие конкретные условия обработки;

$T$  - стойкость инструмента;

$t$  - глубина резания;

$S$  - подача;

$K_v$  - коэффициент учитывающий условия обработки.

$$K_v = K_{MV} K_{PV} K_{IV} \quad (2.21)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{PV}$  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий материал инструмента;

Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} \quad (2.22)$$

где  $d$  – диаметр заготовки.

Уточняем скорость резания по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.23)$$

Определяем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.24)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$ ,  $K_p$  – коэффициенты и показатели степени учитывающие условия обработки и геометрию инструмента.

$$K_P = K_{MP} K_{\varphi P} K_{\gamma P} K_{rP} \quad (2.25)$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (2.26)$$

Определяем штучное время для изготовления одной детали:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{об} + T_{пер}, \quad (2.27)$$

где  $T_o$  - основное время [2];

$T_e$  - вспомогательное время [2];

$T_{об}$  - время обслуживания [2];

$T_{пер}$  - время перерывов в работе [2].

Результаты вычислений сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания.

Номер перехода	$S_0(S_z)$ мм/об (мм/зуб)	$V$ м/мин	$n$ об/мин	$L_{px}$ мм	$T_o$ мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005 – Фрезерно-центровальная					
1	(0,1)	79	250	70	0,28
2	1	6	36	3	0,083
Операция 010 – Токарная					
1	0,45	219	800	154	0,43
2	0,12	88	320	10	0,26
Операция 015 – Токарная					

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
1	0,45	219	800	154	0,43
Операция 020 – Токарная					
1	0,45	28	320	158	1,09
2	0,15	69	630	108	1,14
Операция 025 – Токарная					
1	0,15	69	630	118	1,25
2	0,1	37	320	3	0,1
Операция 030 – Токарная Установ А					
1	0,25	207	1200	35	0,12
2	0,1	45	320	4	0,13
3	2	113	800	90	0,06
Операция 030 – Токарная Установ Б					
1	0,25	207	1200	35	0,12
2	0,1	45	320	4	0,13
3	2	113	800	90	0,06
Операция 035 – Фрезерная					
1	(0,07)	6	320	20	0,3
Операция 040 – Протяжная					
1	(0,06)	2		155	0,12
Операция 045 – Зубофрезерная					
1	1,5	40	320	75	1,8
Операция 055 – Зубошвинговальная					
1	120	147	260	75	4,68
Операция 065 - Центрошлифовальная					
1	0,005	15	300	2	0,3
Операция 070 - Торцекруглошлифовальная Установ А					
1	0,006	24	300	0,834	0,66

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
Операция 070 - Торцекруглошлифовальная Установ Б					
1	0,006	24	300	0,834	0,66
Операция 075 - Торцекруглошлифовальная Установ А					
1	0,002	30	300	0,684	1,24
Операция 075 - Торцекруглошлифовальная Установ Б					
1	0,002	30	300	0,684	1,24
Операция 080 – Зубошлифовальная					
1	0,04	25	280	75	2,34

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

На операции 010 Токарной черновой выполняется точение наружных поверхностей по 12 квалитету точности, операционный эскиз представлен на рисунке 3.1. На токарных операциях в базовом техпроцессе применяется стандартное зажимное приспособление с ручным приводом, что приводит к нестабильности сил зажима и дополнительным погрешностям. Спроектируем патрон с механизированным приводом согласно методики [19] и справочных данных [20, 21].

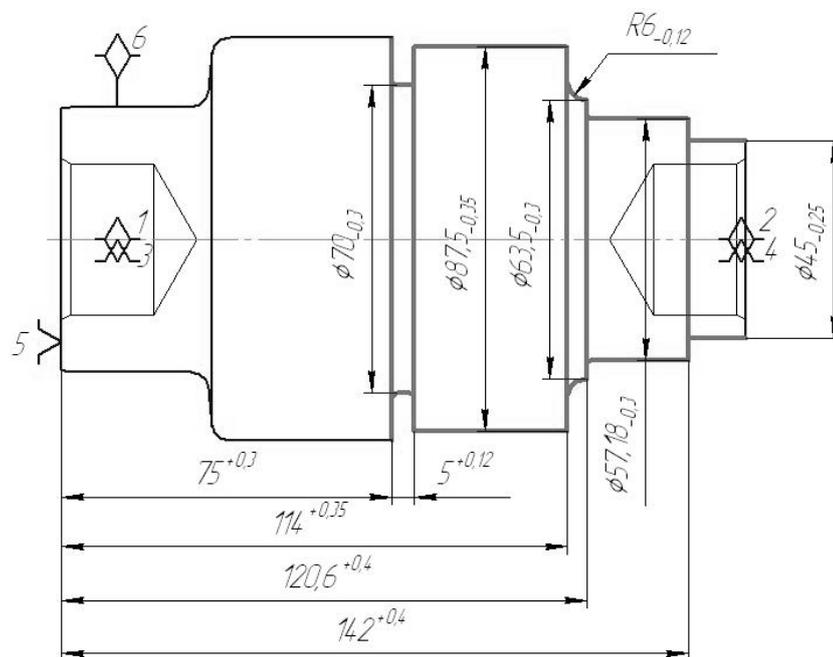


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Сначала определяем главные составляющие силы резания:

$$P_{Y,Z} = 10 \cdot C_P \cdot t^X \cdot S^Y \cdot V^n \cdot K_P \quad (3.1)$$

где

$T$  - стойкость инструмента;

$t$  - глубина резания;

$S$  - подача;

$K_p$  - коэффициент учитывающий условия обработки.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,0^{0,9} \cdot 0,45^{0,6} \cdot 219^{-0,3} \cdot 0,9 = 502 \text{ Н.}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,45^{0,75} \cdot 219^{-0,15} \cdot 0,9 = 1323 \text{ Н.}$$

Для расчета усилия зажима составим схему закрепления заготовки при обработке (рисунок 3.2). Исходя из полученной схемы и условий равновесия системы определим необходимое усилие зажима.

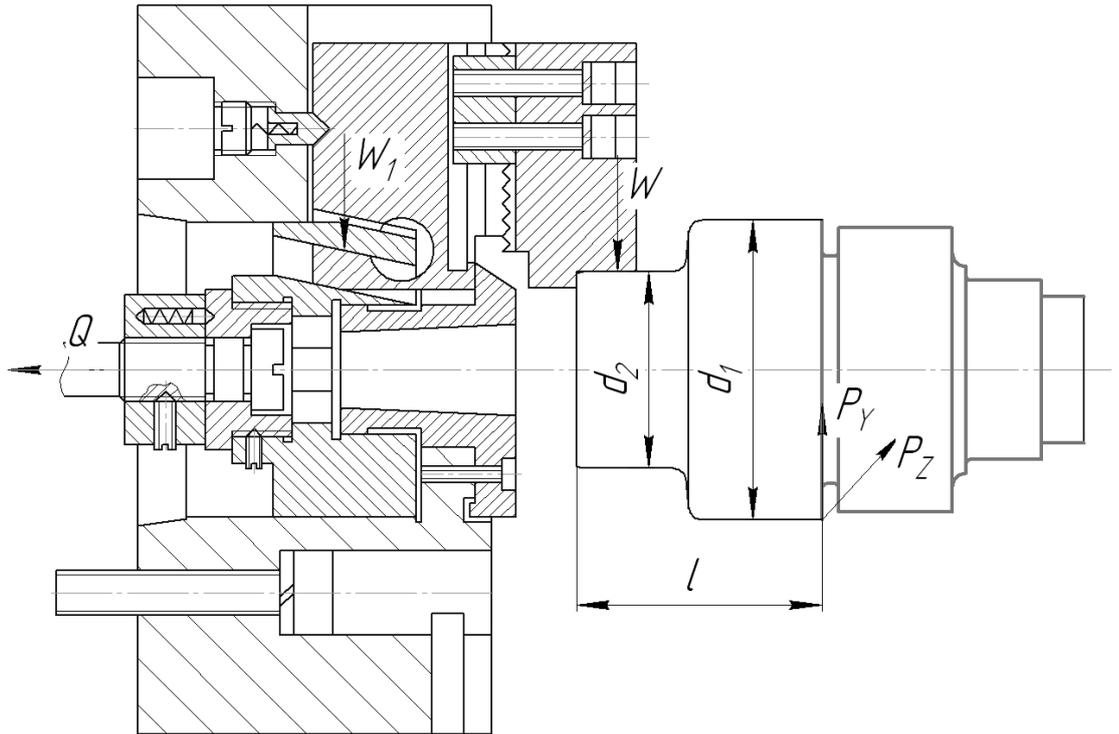


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

Для данной схемы крутящий момент от касательной составляющей силы резания равен:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.3)$$

где  $W$  - суммарное усилие зажима приходящееся на 3 кулачка,  
 $f$  - коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка.

Тогда усилие зажима равно:

$$W = \frac{2K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

Коэффициент запаса равен:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.5)$$

где  $K_0$  - гарантированный коэффициент запаса;

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

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

$K_3$  - учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4$  - характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

$K_5$  - характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

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

Подставив данные в формулу получим:

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 1323 \cdot 92}{0,3 \cdot 61} = 23944 \text{ Н.}$$

Вторая составляющая силы резания создает момент:

$$M_p = P_Y \cdot l \quad (3.6)$$

Ему препятствует момент от силы зажима:

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

По аналогии с предыдущим расчетом получим:

$$W = \frac{1,5 \cdot K \cdot P_Y \cdot l}{f \cdot d_2} = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 502 \cdot 155}{0,3 \cdot 61} = 16072 \text{ Н.}$$

Для дальнейших расчётов принимаем наихудший случай, т.е 23944 Н

Рассчитаем усилие зажима на постоянных кулачках:

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - \left(3 \cdot \frac{l_k}{H_k}\right) \cdot f_1\right)} \quad (3.8)$$

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

$H_k$  - длина направляющей постоянного кулачка;

$f$  - коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса.

Получаем:

$$W_1 = \frac{23944}{\left(1 - \left(3 \cdot \frac{62}{80}\right) \cdot 0,1\right)} = 31198 \text{ Н.}$$

Определим усилие, создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.9)$$

где  $i_c$  - передаточное отношение по силе зажимного механизма.

Данное отношение для клинового механизма равно:

$$i = \frac{1}{\left(\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1\right)} \quad (3.10)$$

где  $\alpha$  - угол скоса клина;

$\varphi$  - угол трения на наклонной поверхности клина;

$\varphi_1$  - угол трения на плоской поверхности клина.

Получим:

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

Тогда:

$$Q = \frac{31198}{2,1} = 14857 \text{ Н.}$$

Для создания исходного усилия  $Q$  используем силовой привод, устанавливаемый на задний конец шпинделя. Определим необходимый диаметр поршня для рабочей штоковой полости:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.11)$$

где  $P$  - избыточное давление рабочей среды;

$d$  - диаметр штока.

Для пневмоцилиндра получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 14857}{0,4} + 30^2} = 219 \text{ мм.}$$

Полученное значение слишком велико, поэтому применим гидроцилиндр.

Тогда получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 14857}{2,5} + 30^2} = 89,8 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня 90 мм.

Определим погрешность установки заготовки в спроектированном патроне. Погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПР}^2} \quad (3.12)$$

где  $\varepsilon_B$  - погрешность базирования;

$\varepsilon_3$  - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ , - погрешность элементов приспособления.

Размерная схема патрона с рычажным зажимным механизмом представлена на рисунке 3.3.

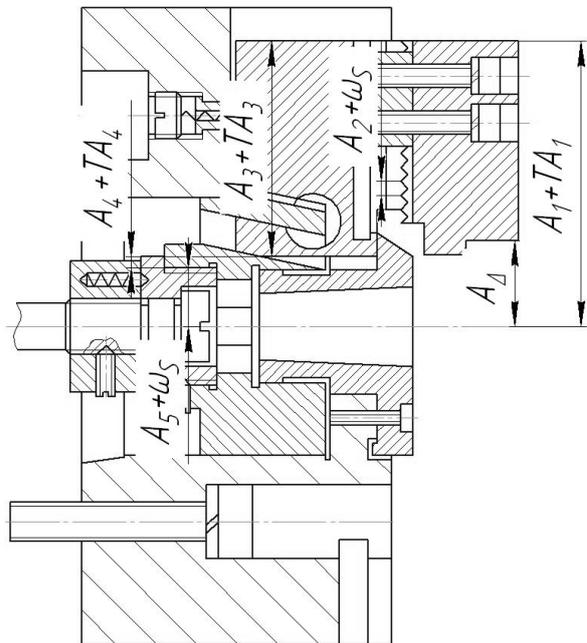


Рисунок - 3.3 Размерная схема патрона

$$\varepsilon_y = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.13)$$

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

$\Delta_1, \Delta_3$  - погрешности, возникающие вследствие неточности изготовления размеров  $A_1, A_3, A_4$ ;

$\Delta_2, \Delta_5$  - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях.

Погрешность установки не должна превышать допустимой величины равной:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td \quad (3.14)$$

где  $Td$  - технологический допуск на операционный размер.

При расчётах в начале точность составляющих размерной цепи задавать по 7 качеству.

$$\varepsilon_y = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2 + 0,012^2 + 0,01^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y^{доп} = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ мм.}$$

Условие выполняется.

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

Силовой привод содержит: вращающийся корпус 17, с крышкой 16, которая установлена на двух подшипниках 30 в неподвижном корпусе 14, который закреплен на заднем конце передней бабки. В полости корпуса 17 расположены поршень 18 и шток 19. На выступе задней крышки смонтирована муфта 15 для подвода рабочей жидкости.

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

### 3.2. Проектирование режущего инструмента

При выполнении замены режущей пластины стандартного резца тратится значительное время на снятие крепления. Спроектируем резец с усовершенствованной системой крепления пластины.

Расчет режущего инструмента будем производить на операцию токарную черновую по методике изложенной в [22].

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

Для заданных режимов резания сечение срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S \tag{3.15}$$

$$F = t \cdot S = 1,245 \cdot 0,15 = 0,2 \text{ мм}^2.$$

Для используемого станка при сечении срезаемого слоя до  $F=0,6 \text{ мм}^2$  резец должен иметь рабочую высоту  $H=20 \text{ мм}$  и диаметр описанной окружности пластины  $D=12,7 \text{ мм}$ .

Выбираем материал резца для державки – сталь 40Х, для трехгранной пластины твердый сплав Т30К4, для клина штифта – сталь 45, для винта – сталь 45.

Определим минимально допустимый диаметр штифта:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\sigma}}, \quad (3.16)$$

где  $Q_1$  - усилие действующее на штифт;

$\sigma_\sigma$  - допустимое напряжение.

$Q_1$  находим из соотношения:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1, \quad (3.17)$$

где  $P_{z \max}$  - усилие резания.

Получим,

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.18)$$

$$Q_1 = \frac{425}{0,7} = 608 \text{ Н.}$$

Тогда получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 608}{3,14 \cdot 650}} = 1,09 \text{ мм.}$$

Резец состоит из державки 1, в которой установлен винт 3, приводящий в действие рычаг 2 через который происходит закрепление режущей пластины 4, находящейся на опорной пластине 5.

Преимущество такого способа крепления режущей пластины заключается в его простоте и надежности, при этом значительно экономится время на замену режущих пластин.

Конструкция резца представлена на листе графической части работы

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Фрезерование	Фрезерная операция	Фрезеровщик	Фрезерно-центровальный EM535 Вертикально-фрезерный VM127M	Сталь 12ХН3А, СОЖ
2	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1	Сталь 12ХН3А, СОЖ
3	Протягивание	Протяжная операция	Протяжник	Горизонтально-протяжной 7А523	Сталь 12ХН3А, СОЖ
4	Зубонарезание	Зубофрезерная операция	Зуборезчик	Зубофрезерный 53В30	Сталь 12ХН3А, СОЖ

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
5	Зубошевингование	Зубошевинговальная операция	Зуборезчик	Зубошевинговальный ВС-Е02В-22	Сталь 12ХН3А, СОЖ
6	Шлифование	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Центрошлифовальный ZS-100 Торцекруглошлифовальный ОШ-650	Сталь 12ХН3А, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;	Фрезерно-центровальный ЕМ535 Вертикально-фрезерный ВМ127М

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
2	Токарная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;</p>	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
3	Протяжная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;</p>	Горизонтально-протяжной 7А523

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
4	Зубофрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части	Зубофрезерный 53В30

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
5	Зубошевинговальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части	Зубошевинговальный ВС-Е02В-22

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>производственного оборудования;                      передвигающиеся изделия, заготовки;                      повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;                      повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;                      острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;                      монотонность труда</p>	
6	Шлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части	Центрошлифовальный ZS-100, Торцекругло-шлифовальный ОШ-650

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>                     производственного                      оборудования;                      передвигающиеся                      изделия, заготовки;                      повышенная                      температура                      поверхностей                      оборудования,                      материалов;                      повышенный уровень                      шума на рабочем                      месте; повышенное                      значение напряжения                      в электрической цепи,                      замыкание которой                      может произойти                      через тело человека;                      острые кромки,                      заусенцы и                      шероховатость на                      поверхностях                      заготовок,                      инструментов и                      оборудования;                      монотонность труда                 </p>	

### 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Проведение обучения персонала; проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности выполнения работ, применение устройств ограничения; применение знаков безопасности	Каска защитная
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Проведение обучения персонала; проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности	Каска защитная, очки защитные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		выполнения работ; применение ограничительных устройств; применение автоматических предохранительных устройств и сигнализации; применение дистанционного управления; применение знаков безопасности	
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Проведение обучения персонала; проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности выполнения работ; ограждение оборудования	Спецодежда, рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Проведение обучения персонала; проведение инструктажей; контроль уровня шума; применение	Наушники противозумные, беруши

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		<p>звукоизоляции источников шума; применение звукопоглощающих экранов</p>	
5	<p>Повышенный уровень вибрации</p>	<p>Проведение обучения персонала; проведение инструктажей; применение виброгасящих опор на оборудовании и массивных фундаментов</p>	<p>Спецобувь, виброгасящий коврик</p>
6	<p>Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</p>	<p>Проведение обучения персонала; проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности выполнения работ; применение систем защитного заземления, защитного отключения; применение знаков безопасности</p>	<p>Резиновый диэлектрический коврик, спецодежда, спецобувь</p>
7	<p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на</p>	<p>Проведение обучения персонала; проведение</p>	<p>Спецодежда, спецобувь,</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	инструктажей; контроль соблюдения правил безопасности выполнения работ.	рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием
8	Монотонность труда	Соблюдение режима работы и отдыха	

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Фрезерно-центровальный EM535 Вертикально-фрезерный VM127M Токарный с	В - пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушив-

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
		<p>ЧПУ 16ГС25СУ1 Горизонтально-протяжной 7А523 Зубофрезерный 53В30 Зубошевинговальный ВС-Е02В-22 Центрошлифовальный ZS-100 Торцекруглошлифовальный ОШ-650</p>	<p>твердых веществ и материалов</p>	<p>среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).</p>	<p>шихся технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования.</p>

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

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства автоматизации	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Пожарные щиты пожарные кра- ны, ящики с песком, огнетушители	Пожарные автомобили, пожарные автоцистерны пожарные авто- лестницы	Системы автоматического пожаротушения	Технические средства оповещения, приборы управления пожарные	Пожарные гидранты, пожарные колонки пожарные краны, пожарные пеносмесители	Огнестойкие накидки, респираторы, противогазы, самоспасатели	Ломы, багры, топоры, лопаты, механизированный инструмент для резки и перекусывания,	Автоматическая пожарная сигнализация

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция, Фрезерно-центровальный EM535, Фрезерный BM127M; Токарная операция, Токарный 16ГС25СУ1; Протяжная операция, Горизонтально-протяжной 7A523; Зубофрезерная операция, Зубофрезерный 53B30; Зубошевинговальная операция, Зубошевинговальный BC-E02B-22, Шлифовальная операция, Центрошлифовальный ZS-100 Торцекруглошлифовальный ОШ-650	Проведение инструктажей по пожарной безопасности и обучение персонала действиям в случае пожара, контроль за правильной эксплуатацией и содержанием оборудования, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах, соблюдение мер противопожарной безопасности, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействия технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
1	2	3	4	5
Фрезерная операция	Фрезерно-центровальный	Пары СОЖ	Механические примеси	Стружка, металлический

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	EM535, Фрезерный BM127M		нефтепродук- ты, СОЖ	лом, ветошь
Токарная операция	Токарный с ЧПУ 16ГС25СУ1	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Протяж- ная операция	Горизонтально- протяжной 7A523	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Зубо- фрезерная операция	Зубофрезерный 53B30	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Зубошеви- нговаль- ная операция	Зубошевингова- льный ВС- E02B-22	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Шлифо- вальная операция	Центрошлифо- вальный ZS-100 Торцекругло- шлифовальный ОШ-650	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь

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

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

Наименование технического объекта	Все операции технологического процесса изготовления промежуточного вала-шестерни гранулятора ОГМ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение электростатических фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение песколовок, отстойников, механических фильтров, флотационных установок, установок физико-химической очистки, контроль химического состава сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переплавка стружки и лома, соблюдение правил хранения, периодичности вывоза отходов на утилизацию и захоронение

#### 4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления шестерни подъемного механизма мостового крана DEMAG, перечислены

технологические операции, должности работников, оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы.

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

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

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

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

## 5 Экономическая эффективность работы

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

В данном разделе осуществим расчеты, которые позволят экономически обоснованность внесенные изменений в ТП изготовления детали «Шестерня подъемного механизма». Детальная информация, касающаяся этого технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому для выполнения поставленной цели представим краткую характеристику сравниваемых вариантов.

Базовый вариант.

Операция 010 – Токарная. Для выполнения операции используется токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16ГС25СУ1. Закрепление детали обеспечивают центра и поводковый патрон. Получение заданных размеров и требований обеспечивает проходной резец из твердого сплава Т30К4, стойкость которого 60 мин.

Проектный вариант.

Операция 010 – Токарная. Отличием является применяемый инструмент, который позволяет получить заданные размеры. В качестве инструмента применяется проходной резец с быстросъемным креплением режущей пластины из твердого сплава Т30К4, стойкость которой 90 мин. Указанные изменения позволяют существенно сократить трудоемкость выполнения токарной операции, а именно:

- штучное время с 2,4 мин. до 1,47 мин.;
- основное время с 2,15 мин. до 0,62 мин.

Описанные изменения необходимы для экономического обоснования целесообразности предложенных изменений, которое проводят в несколько этапов:

Этап I. Расчет капитальных вложений в проектируемый вариант.

Этап II. Определение технологической себестоимости выполнения операции по сравниваемым вариантам.

Этап III. Определение полной себестоимости операции, также по сравниваемым вариантам.

Этап IV. Расчет экономической эффективности предложенных совершенствований.

Для выполнения первого этапа необходимо применить методику расчета капитальных вложений, подробное описание которой представлено в методических указаниях экономическому обоснованию инженерных решений [24]. Согласно этой методике величина капитальных вложений составит  $K_{ВВ.ПР} = 92693,73$  руб., включающая затраты по замене инструмента и затраты на проектирования.

Выполнение второго этапа обусловлено определением величины технологической себестоимости, которая учитывает расходы, связанные с выполнением самого технологического процесса и зависит от таких величин как: материал и метод получения заготовки, заработной платы основных рабочих, начисления на заработную плату и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. В связи с тем, что метод получения заготовки и ее материал по сравниваемым вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем выполнять без этих затрат, т.к. они влияния на конечный результат расчетов не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Шестерня подъемного механизма» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 5.1.

На основе представленных значений можно рассчитать величину полной себестоимости выполнения токарной операции 010, которая предусмотрена выполнением третьего этапа. Согласно расчетам по представленной методике составления калькуляции себестоимости [24] по базовому варианту полная себестоимость имеет величину 29,74 руб.; а по проектному варианту – 18,37 руб.

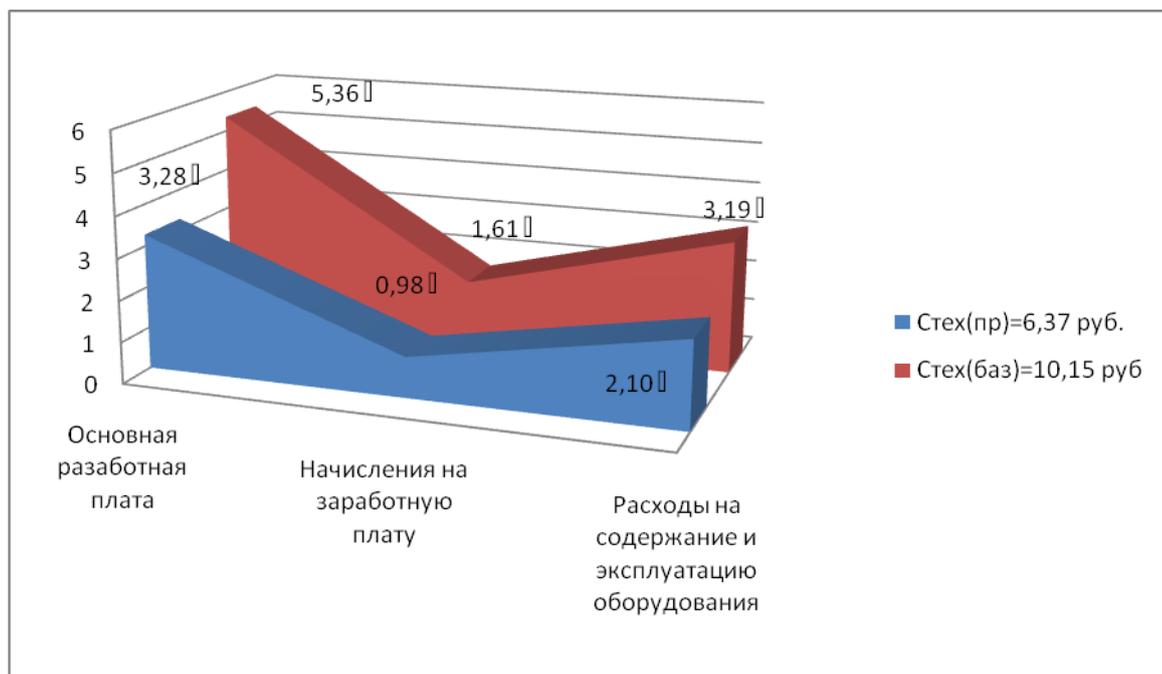


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения токарной операции по двум вариантам

Последним этапом является проведение экономического обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [24], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{yГ} = (C_{пол(баз)} - C_{пол(пр)}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{yГ} = (9,74 - 18,37) \cdot 4000 = 45480 \text{ руб.}$$

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

$$H_{ПРИБ} = 45480 \cdot 0,2 = 9096 \text{ руб.}$$

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

$$P_{P.ЧИСТ} = 45480 - 9096 = 36384 \text{ руб.}$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{K_{BB.PP}}{P_{P.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (5.4)$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{92693,73}{36384} + 1 = 3,55 = 4 \text{ года}$$

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

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК} \cdot \left( \frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) =$$

$$= 103912,7 \text{ руб}$$

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

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = 103912,7 - 92693,73 = 11218,98 \text{ руб.}$$

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

$$ИД = \frac{103912,7}{92693,73} = 1,12 \text{ руб./руб.}$$

Предложенные изменения по токарной операции 010 технологического процесса изготовления детали «Шестерня подъемного механизма», можно считать экономически обоснованными, что доказывает полученная в ходе расчетов положительная величина интегрального экономического эффекта, в размере 11218,98 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы был проведен комплекс мероприятий, который позволили спроектировать технологический процесс изготовления шестерни подъемного механизма мостового крана DEMAG. Данный техпроцесс рассчитан на производство 4000 деталей в год, применение соответствующих методик расчета и проектирования, а также применение современных средств технологического оснащения гарантирует получение заданного качества изготовления шестерни. Экономическая эффективность подтверждена соответствующими расчетами.

В результате можно сделать вывод о том, что цель работы была достигнута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [www.metallicheskiy-portal.ru](http://www.metallicheskiy-portal.ru)
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
3. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
4. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
5. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
6. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
8. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.
9. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф.

"Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

10. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

12. [www.russtanko.ru](http://www.russtanko.ru)

13. Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

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

15. Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

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

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

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

19.Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

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

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

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

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

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам



Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		21		Пружина ГОСТ9379-85	3	
		22		Винт М8х35 ГОСТ11738-84	6	
		23		Шайба ГОСТ6402-70	6	
		24		Винт М5х25 ГОСТ11738-84	3	
		25		Пружина ГОСТ9379-85	1	
		26		Винт стопорный М5х15 ГОСТ14.79-93	1	
		27		Винт стопорный М5х10 ГОСТ14.79-93	1	
		28		Винт М14х70 ГОСТ11738-84	3	
		29		Пружина ГОСТ9379-85	3	
		30		Подшипник 206 ГОСТ2893-82	2	
		31		Кольцо ГОСТ 1567-68	3	
		32		Кольцо ГОСТ 1567-68	1	
		33		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		34		Кольцо ГОСТ 1567-68	2	
		35		Пробка М5 ГОСТ 12202-66	2	
		36		Винт стопорный М8х15 ГОСТ14.79-93	1	
		37		Винт стопорный М8х15 ГОСТ14.79-93	2	
		38		Винт М8х25 ГОСТ11738-84	6	
		39		Прокладка ГОСТ 14.475-80	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

16.07.ТМ.551.008.000

Лист  
2



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Маршрутные карты



А	Цек	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клм	Тноз
Т 19	392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.														
20															
А 21	XX XX XX 015 4110 Токарная														
Б 22	381101 Токарный 16ГС25У1 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1											126			
0 23	Точить последовательно 4, 5, 7, 11, 15 в размер $\phi 87,5_{-0,35}^{+0,3}$ ; $\phi 63,5_{-0,3}$ ; $\phi 56,88_{-0,3}$ ; 120,6 <sup>+0,35</sup> ; 143 <sup>+0,4</sup>														
0 24	1115 <sup>+0,35</sup> ; 76 <sup>+0,3</sup>														
Т 25	396171 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец резьбовой ГОСТ 18879-73 Т5К10;														
Т 26	393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.														
Т 28															
А 29	XX XX XX 020 4110 Токарная														
Б 30	381101 Токарный 16ГС25У1 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1											3,05			
0 31	Точить последовательно 4, 2, 4, 3, 4, 4, 4, 5, 4, 6 в размер $\phi 35_{-0,21}^{+0,25}$ ; $\phi 30_{-0,25}^{+0,35}$ ; 103														
Т 32	396171 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391213 Верло спиральное ГОСТ 10903-77 Р6М5; 392133 Резец расстоянной ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 160-80.														
Т 33	396171 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391213 Верло спиральное ГОСТ 10903-77 Р6М5; 392133 Резец расстоянной ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 160-80.														
34															
А 35	XX XX XX 025 4110 Токарная														
Б 36	381101 Токарный 16ГС25У1 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1											2,16			
0 37	Точить последовательно поверхности 35, 36, 37, 38, 39 в размер $\phi 37_{-0,25}^{+0,25}$ ; $\phi 35_{-0,25}^{+0,25}$ ; 109 <sup>+0,35</sup> ; 98 <sup>+0,35</sup>														
Т 38	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392133 Резец расстоянной ГОСТ 18879-73 Т5К10;														
Т 39	394253 Нутромер НМ ГОСТ 160-80.														
40															
А 41	XX XX XX 030 4110 Токарная														
МК															

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа																		
						СМ	грав.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт.								
А 69	381101	Токарный	161С25У1	3	18217	312	1Р	1	1	800	1					147								
Б 70	Точить последовательно поверхность Установа: 16, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, в размер $\phi 56,004^{+0,12}$																							
О 71	М45Х2, 116,6 <sup>+0,14</sup> , 139 <sup>+0,16</sup> Установ Б: 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 18 в размер $\phi 56,004^{+0,12}$ ; М45Х2, 139 <sup>+0,16</sup> ; 1Х45°.																							
Т 72	392846 Патрон поводковый ГОСТ 2572-72, 392842 Центра ГОСТ 8742-75, 392101 Резец контурный																							
Т 73	ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392101 Резец резьбовой																							
Т 74	ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393413 Микрометр ГОСТ 160-80.																							
75																								
А 76	ХХ ХХ ХХ 035 4262 Фрезерная																							
Б 77	381631	Фрезерный ВМ 127М														3	18632	312	1Р	1	1	800	1	112
О 78	Фрезеровать поверхность 49, 50 в размер $6^{+0,16}$ , $43^{+0,1}$																							
Т 79	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66, 391820 Фреза шпоночная ГОСТ 9308-69 Р6М5;																							
Т 80	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.																							
81																								
А 82	ХХ ХХ ХХ 040 4180 Протяжная																							
Б 83	381756	Горизонтально-протяжной 7А523														3	16458	312	1Р	1	1	800	1	0,98
О 84	Протянуть поверхность 40, 41 в размер 9 степени точности.																							
Т 85	396190 Опора шаровая; 392341 Протяжка шлицевая ГОСТ 25161-82 Р18; 393400 Калибры.																							
86																								
А 87	ХХ ХХ ХХ 045 4153 Зубофрезерная																							
Б 88	381572	Зубофрезерный 53В30														3	12287	312	1Р	1	1	800	1	2,4
О 89	Фрезеровать поверхность 13, 14, 20, 21 в размер 10-й степени точности..																							
Т 90	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза червячная Р6М50 ГОСТ 9324-80;																							
Т 91	394300 Прибор измерительный универсальный.																							
МК																								





## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Операционные карты













