

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка технологического процесса изготовления зубчатого венца привода бетоносмесителя

Студент(ка)	<u>Сыкеев Е.И.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Резников Л.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена спроектировать технологический процесс изготовления зубчатого венца привода бетоносмесителя. Техпроцесс оснащен современным оборудованием и технологическими средствами. Выполнены технологические карты. Разработаны технологические наладка на некоторые операции. Спроектировано станочное приспособление взамен устаревшего. Спроектирован режущий инструмент на одну из операций.

В работе проанализированы нововведения на безопасность и экологичность.

Рассчитана экономическая эффективность работы.

Работа состоит из 56 страниц расчетно-пояснительной записки, графическая часть работы составляет 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	10
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	33
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	38
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	41
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	54
ПРИЛОЖЕНИЯ	57

ВВЕДЕНИЕ

Работа машин по перемешиванию бетонных смесей во многом зависит от их привода. Работоспособность и эксплуатационные свойства машины зависят не только от принятого типа передачи, но и от качества изготовления его деталей, а также способов компенсации погрешностей изготовления и монтажа, предусмотренных в конструкции редуктора и обеспечивающих равномерное распределение нагрузки на его элементы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления зубчатого венца привода бетоносмесителя с минимальными затратами, при осуществлении заданного качества обработки.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и условия работы детали.

Зубчатый венец воспринимает вращение боковыми поверхностями зубьев от зубчатого колеса - сателлита и передает движение при помощи трех резьбовых поверхностей с дюймовой резьбой.

1.2 Классификация поверхностей детали.

Выполним нумерацию поверхностей детали и проведем систематизацию их по назначению.

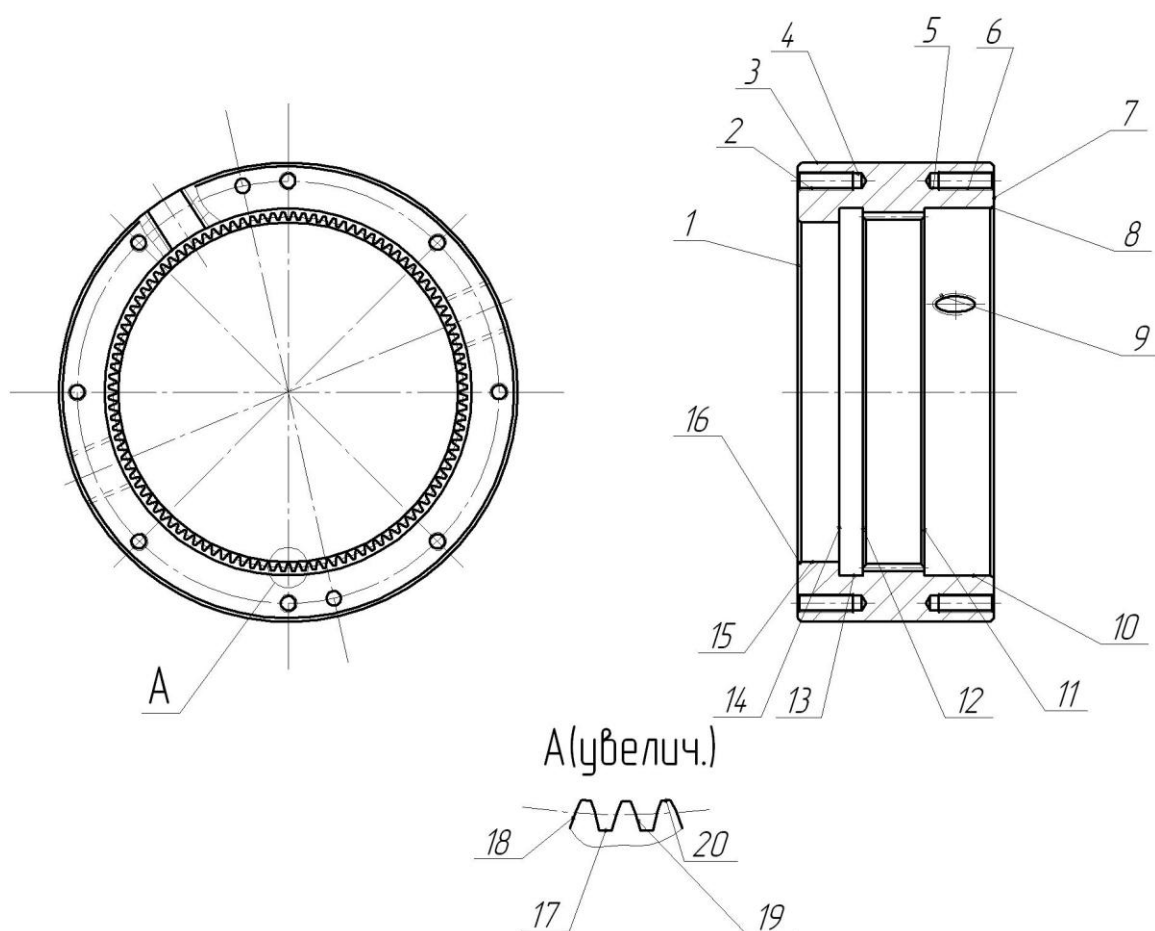


Рисунок 1.1. Систематизация поверхностей детали

Нумерация поверхностей представлены на эскизе детали (рисунок 1.1).
Результаты классификации поверхностей занесём в табл. 1.1. [1]

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности
19, 18	Исполнительные
15, 9	ОКБ
2, 1, 10, 7, 6	ВКБ
остальные	Свободные

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Опираясь на данные [2] составим табл. 1.2, занося в нее данные о материале детали.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40Х по ГОСТ 4543-71 (в %).

Химический элемент	Содержание
С (углерод)	0,36...0,44 %
Mn (марганец)	0,5...0,8 %
Si (кремний)	0,17...0,37 %
S (сера)	до 0,035 %
Cu (медь)	до 0,3 %
P (фосфор)	до 0,035 %
Ni (никель)	до 0,3 %
Cr (хром)	0,8...1,1 %
Fe (железо)	остальное

Таблица 1.3 - Механические свойства стали 40Х по ГОСТ 4543-71.

δ_5	σ_B	σ_T	КСУ	НВ
%	МПа	МПа	Дж/см ²	<
10	980	785	45	217

Химический состав и механические свойства материала позволяют обеспечить нормальную функцию детали в узле. Материал является недефицитным.

Заготовку можно получить или методом проката, или штамповкой на горизонтально-ковочной машине. В этих случаях конфигурация заготовки достаточно элементарна.

Конструкция детали в целом обеспечивает доступность инструмента к обрабатываемым поверхностям при всяком виде механической обработки. Это позволяет нам использовать в основном стандартный, а иногда унифицированный тип инструментов.

В результате проведения анализа можно сделать вывод о достаточной технологичности детали.

1.4 Формулировка задач работы.

Исходя из анализа технических требований детали сформулируем задачи работы, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, представленной во введении – обеспечить заданный выпуск деталей «Венец зубчатый» необходимого качества с минимальными затратами путем разработки технологического процесса: определим тип машиностроительного производства; выработаем стратегию проектирования технологического процесса; выполним технико-экономический расчет метода получения заготовки; разработаем технологический план обработки детали, разработав схемы базирования; выберем средства технологического оснащения на каждую операцию техпроцесса; рассчитаем на одну поверхность припуски по операциям техпроцесса, а на остальные – назначим табличным способом; рассчитаем режимы резания и определим содержание операций, спроектируем наладки; на одну из операций техпроцесса спроектируем режущий инструмент; для одной из операций спроектируем станочное приспособление.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ.

Разработка технологического процесса изготовления деталей зависит от типа производства. Тип производства определяет выбранные технологические операции и оборудование, которое необходимо назначить на каждую из операций.

2.1 Определение типа производства.

Стратегия разработки технологического процесса зависит от типа производства, который при прочих неизвестных условиях зависит от массы детали и объема выпуска деталей в год. В нашем случае при $m_d = 15,5 \text{ кг}$ и $N_r = 5000$ деталей в год выберем тип производства по таблице. [3]

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен $N_r = 5000$ деталей в год, а масса детали $m_d = 15,5 \text{ кг}$, то тип производства определяется как среднесерийное.

2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса.

Для среднесерийного типа производства принимаем такую стратегию разработки техпроцесса, чтобы обеспечить заданный выпуск деталей с требуемым качеством и наименьшими затратами.

Руководствуясь [3], принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса:

- 1) заготовка – штамповка на ГКМ или прокат;
- 2) повторяемость изделий – периодическое повторение партий;
- 3) форма организации техпроцесса – переменнo-поточная;
- 4) припуск на обработку – незначительный;
- 5) оборудование – универсальное, специализированное с ЧПУ;
- 6) расчёт припусков – подробный по переходам;

Остальные параметры разработки техпроцесса берем по [3].

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Метод получения заготовки определяется типом детали, её материалом, сложностью формы, типом производства и т.д. Для данной детали рациональными методами получения заготовки являются прокат и штамповка. Эти способы в равной степени позволяют достичь необходимой точности заготовки. Задачей раздела является определение себестоимости при производстве заготовки этими методами.

Проведем технико-экономический анализ получения заготовки для заданной детали прокатом и штамповкой. [5]

Таблица 2.1 - Исходные данные

Наименование показателей	Метод №1	Метод №2
Вид заготовки	Поковка	Штамповка
Класс сложности / Класс точности	-	2/4
Масса заготовки, кг	46,0	25,7
Стоимость 1 кг стружки $C_{\text{шд}}$	0,0144	0,0144
Стоимость 1 кг заготовок $\tilde{N}_{\text{сдд}}$	0,115	0,315
Масса детали m , кг	15,50	15,50

Определим стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [6].

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_H \cdot C_K, \quad (2.1)$$

где $C_c = 0,495 \text{руб/кг}$; $E_H = 0,15$; $C_K = 1,085 \text{руб/кг}$. [6]

Тогда по формуле (2.1) имеем:

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{руб/кг}.$$

Определяем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [6].

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{шт}} = 0,315 \text{руб}$; $k_T = 0,9$; $k_C = 0,84$; $k_B = 1,14$; $k_M = 1,0$; $k_n = 1,0$. [6]

Тогда по формуле (2.2) имеем:

$$C_{заг} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ руб.}$$

Дальше определим себестоимость изготовления детали из штамповки [5].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{ум} + C_{мех} (Q_{ум} - q) - C_{отх} (Q_{ум} - q), \quad (2.4)$$

где $Q_{\phi\delta} = 25,7 \text{ \AA}; q = 15,5 \text{ \AA}; C_{\text{i}\phi\delta} = 0,0144 \text{ \AA/\AA}. [4]$

Тогда по формуле (2.4) имеем:

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 25,7 + 0,6578 (25,7 - 15,5) - 0,0144 (25,7 - 15,5) = 13,54 \text{ руб.}$$

Дальше определим себестоимость изготовления детали из поковки [4].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{пр} + C_{мех} (Q_{пр} - q) - C_{отх} (Q_{пр} - q), \quad (2.5)$$

где $Q_i = 46 \text{ \AA}$.

Исходя из зависимости (2.5) имеем:

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 46 + 0,6578 (46 - 15,5) - 0,0144 (46 - 15,5) = 25,23 \text{ руб.}$$

Следовательно, по себестоимости изготовления заготовки более экономичным является метод штамповки.

Годовая экономия при этом будет равна:

$$\mathcal{E}_2 = C_{ми} - C_{ми} N_z = 25,23 - 13,54 \cdot 1000 = 58450 \text{ руб.}$$

Для учета ценовой инфляции вводим коэффициент $K = 10$.

Годовая экономия при этом будет равна:

$$\mathcal{E}_2 = 58450 \cdot 10 = 584500 \text{ руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от необходимого качества обработки поверхностей, которое в свою очередь определяется качеством точности IT и шероховатостью Ra, определим методы обработки поверхностей и сведём их в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

№ поверхности	Шероховатость Ra	Квалитет точности	Последовательность операций
1, 7	2,5	11	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая
2, 6, 9	5	9	Сверлильная
3	5	11	Токарная черновая, Токарная чистовая
4, 5	5	14	Сверлильная
8, 11, 12, 13, 14, 16	5	14	Токарная черновая, Токарная чистовая
10, 15	0,8	8	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая, Шлифовальная чистовая
17	5	14	Зубодолбежная
18, 19	2,5	8	Зубодолбежная
20	5	9	Токарная черновая, Токарная чистовая

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.3.

Таблица. 2.3 - Технологический маршрут обработки

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra, мкм
00	Заготовительная	все	16	40
05	Токарная черновая с ЧПУ	7,3,10,20,11	12	12,5
10	Токарная черновая с ЧПУ	3,1,15,14,13,12	12	12,5
15	Токарная чистовая с ЧПУ	20,7,11,10	9	6,3
20	Токарная чистовая с ЧПУ	3,1,16,15,14,13,12	9	6,3
25	Сверлильная	4,2	14	5
030	Сверлильная	6,5	14	5
035	Сверлильная	9	14	5

Продолжение табл. 2.3

040	Зубодолбежная	17 18,18	14 8	5 2,5
045	ТО	все		
050	Шлифовальная черновая	7 10	11 9	3,2 1,6
055	Шлифовальная черновая	1 15	11 9	3,2 1,6
060	Шлифовальная чистовая	10	8	0,8
065	Шлифовальная чистовая	15	8	0,8
070	Моечная			
075	Контрольная			

2.6 Определение припусков.

В этом разделе определяем припуски на поверхность $\varnothing 185H8^{(+0,072)}$ расчетно-аналитическим методом.

Исходные данные:

$$D = 185^{(+0,0072)} \text{ мм}; L = 20 \text{ мм}; Ra = 0,8 \text{ мкм}.$$

На обработку данной поверхности назначаем технологические переходы: черновое точение; чистовое точение; закалка (ТО); черновое шлифование; чистовое шлифование.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o.$$

Определим суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе из зависимости $\Delta = 0,25 \cdot Td$:

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,5 = 0,625, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,46 = 0,115, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,115 = 0,029, \text{ мм}.,$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,185 = 0,046, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,115 = 0,029, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,072 = 0,018, \text{ мм}.$$

Определяем погрешность установки ε заготовки в приспособлении на каждом переходе. В нашем случае до термообработки заготовка устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, так как присутствуют большие силы резания и обеспечивается достаточная точность.

Определяем установочную погрешность заготовки в приспособлении ε для каждого технологического перехода. В нашем случае до ТО заготовка базируется в трехкулачковом патроне.

Определяем значения припусков для каждого технологического перехода, кроме О и ТО.

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}.$$

Минимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,625^2 + 0,025^2} = 1,025, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,115^2 + 0} = 0,315, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{00}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,046^2 + 0^2} = 0,146, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,029^2 + 0} = 0,059, \text{ мм}.$$

Максимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \sqrt{d_{i-1} + Td_i}.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \sqrt{d_0 + Td_1} = 1,025 + 0,5 \sqrt{0,5 + 0,460} = 2,505, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,315 + 0,5 \sqrt{0,46 + 0,115} = 0,603, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \sqrt{d_2 + Td_3} = 0,146 + 0,5 \sqrt{0,115 + 0,115} = 0,261, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,059 + 0,5 \sqrt{0,115 + 0,072} = 0,153, \text{ мм}.$$

$$d_{4\min} = 185,0 \text{ мм}.$$

$$d_{4\max} = 185,072 \text{ мм}.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 185,072 + 2 \cdot 0,059 = 185,190, \text{ мм}.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 185,190 + 0,072 = 185,262, \text{ мм}.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 185,262 + 2 \cdot 0,146 = 185,554, \text{ мм}.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 185,554 + 0,185 = 185,739, \text{ мм}.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 185,553, \text{ мм}.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + 2Z_{2\min} = 185,668 + 2 \cdot 0,315 = 186,298, \text{ мм}.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 185,668 + 2 \cdot 0,315 = 186,298, \text{ мм}.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 186,298 + 0,460 = 187,218, \text{ мм}.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 187,218 + 2 \cdot 1,025 = 189,268, \text{ мм}.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 189,268 + 2,500 = 191,768, \text{ мм}.$$

Определим средние значения диаметров на каждый переход из зависимости:

$$d_{cpi} = 0,5 (d_{i\max} + d_{i\min}).$$

$$d_{cp0} = 0,5 (d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5 (191,768 + 189,268) = 190,493, \text{ мм}.$$

$$d_{cp1} = 0,5 (d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5 (187,218 + 186,298) = 186,758, \text{ мм}.$$

$$d_{cp2} = 0,5 (d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5 (185,668 + 185,553) = 185,611, \text{ мм}.$$

$$d_{cpTO} = 0,5 (d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5 (185,739 + 185,554) = 185,647, \text{ мм}.$$

$$d_{cp3} = 0,5 (d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5 (185,262 + 185,190) = 185,226, \text{ мм}.$$

$$d_{cp4} = 0,5 (d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5 (185,072 + 185,0) = 185,036, \text{ мм}.$$

Определим общий припуск

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4.$$

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

$$2Z_{\min} = 189,268 - 185,072 = 4,196, \text{ мм}.$$

$$2Z_{\max} = 4,196 + 2,5 + 0,072 = 6,768, \text{ мм}.$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \sqrt{4,196 + 6,768} = 5,482, \text{ мм.}$$

Схема расположения полей допусков и припусков приведена на рисунке 2.1.

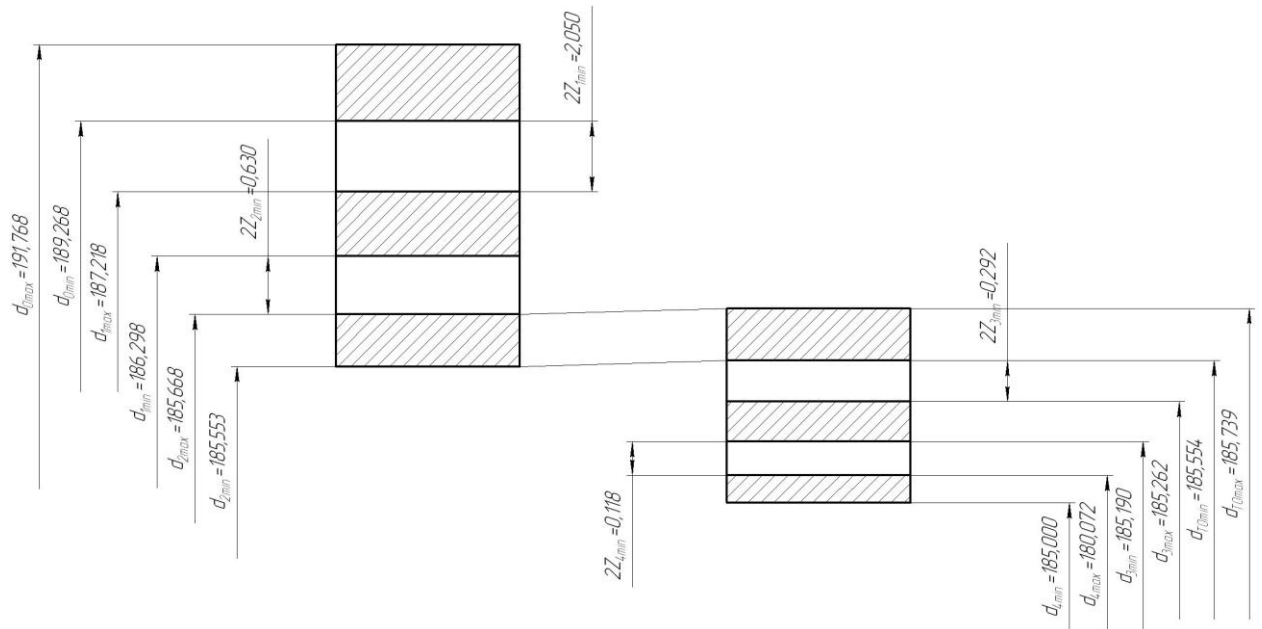


Рисунок 2.1. Схема расположения полей допусков и припусков

2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки, выполненной методом штамповки, будем учитывать надлежащие пункты:

- 1) припуски для обработки;
- 2) черновые базы;
- 3) требования, предъявляемые к степени точности;
- 4) уклоны штамповки.

По ГОСТ 7505-89 [7] для нашей заготовки выбираем:

- 1) По [7] принимаем группу стали М2.
- 2) Штамповка на горячечовочной машине относится к классу точности

Т4.

- 3) Определим степень сложности:

$$G_{II} = 4,68 \text{ кг.}$$

$$G_{\Phi} = 5,63 \text{ кг.}$$

$$\frac{G_i}{G_\delta} = \frac{4,68}{5,63} = 0,83.$$

Степень сложности заготовки-штамповки по данному показателю оцениваем, как С1.

4) Определяем исходный индекс штамповки для необходимости назначения допусковых отклонений, допусков и припусков.

Исходный индекс заготовки по ГОСТ 7505-89 [7] принимаем, как 9.

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

Для технологического обеспечения техпроцесса оборудованием преимущественно необходимо применять станки, оснащенные системой числового программного управления.

Для токарных операций 005, 010, 015 и 020 принимаем токарный станок с числовым программным управлением горизонтальной компоновки с направляющими качения модели SAMAT-400XC.

Для сверлильных операций 025, 030 и 035 выберем вертикально-сверлильный станок с револьверной головкой и крестовым столом модели 2P135Ф2-1, оснащенный системой числового программного управления.

Для зубодолбежной операции 040 выберем зубодолбежный полуавтомат модели 5140, предназначенный для обработки цилиндрических колес с наружным и внутренним зубом, а также для косозубых колес.

Для внутришлифовальной операции 050 выберем полуавтомат внутришлифовальный универсальный высокой точности модели 3K228A.

Выбранное технологическое оборудование, режущий инструмент, средства контроля и технологическая оснастка представлены в сопроводительной документации к технологическому процессу, находящейся в приложениях.

2.9 Расчет режимов резания.

2.9.1. Рассчитаем режимы обработки на операцию 005 Токарная черновая.

Переход 1.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 250,5} = 132 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 125 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250,5 \cdot 125}{1000} = 98 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 125 = 112,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{50}{112,5} = 0,44 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 200,65} = 165 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200,65 \cdot 160}{1000} = 101 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 160 = 144 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{40}{144} = 0,28 \text{ мин.}$$

2.9.2. Рассчитаем режимы обработки на операцию 010 Токарная черновая.

Переход 1.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 250,5} = 132 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 125 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250,5 \cdot 125}{1000} = 98 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 125 = 112,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{70}{112,5} = 0,62 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 200,5} = 165 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200,5 \cdot 160}{1000} = 101 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 160 = 144 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{25,5}{144} = 0,18 \text{ мин.}$$

2.9.3 Рассчитаем режимы обработки на операцию 015 Токарная чистовая.

Переход 2. Точить поверхность, выдерживая размер $107,75 \pm 0,1$.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 250,5} = 132 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 125 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250,5 \cdot 125}{1000} = 98 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 125 = 112,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{30}{112,5} = 0,29 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 199,85} = 165 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi}=160 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 199,85 \cdot 160}{1000} = 101 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 160 = 144 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{40}{144} = 0,28 \text{ мин.}$$

2.9.4 Рассчитаем режимы обработки на операцию 020 Токарная чистовая.

Переход 1.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 250} = 132 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi}=125 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 125}{1000} = 98 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 125 = 112,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{70}{112,5} = 0,62 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Из источника [9] принимаем подачу $S_0 = 0,9 \text{ мм/об.}$

Из источника [9] принимаем скорость резания $V_0 = 135 \text{ м/мин.}$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $K_1=1,35$; $K_2=0,88$; $K_3=0,65$; $K_4=1,0$. [9]

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 200} = 165 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 160}{1000} = 101 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 160 = 144 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{25,5}{144} = 0,18 \text{ мин.}$$

2.9.5 Рассчитаем режимы обработки для операции 025 Сверлильная.

Переход 1.

$$L = L_p + L_{II} + L_d \cdot [9]$$

Принимаем $L_{II} = 2$, $L_d = 0$.

$$L = 10 + 2 + 0 = 12, \text{ мм.}$$

Рассчитаем стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda \cdot [9]$$

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 120 \text{ мин.}$$

$$T_p = 120 \cdot 1 = 120, \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ м/мин.}$$

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{табл} = 15 \text{ м/мин}$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,00$; $K_3 = 0,95$. [9]

Тогда $v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7, \text{ м/мин.}$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 10} = 341, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 315}{1000} = 9,9 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{12 \cdot 8}{63} = 1,52 \text{ мин.}$$

Переход 2.

$$L = L_P + L_{II} + L_D \cdot [9]$$

Принимаем $L_{II} = 2$, $L_D = 0$.

$$L = 10 + 2 + 0 = 12, \text{ м.}$$

Рассчитаем стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda \cdot [9]$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$\dot{O}_i = 120 \text{ м/мин.}$$

$$T_p = 120 \cdot 1 = 120, \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{табл} = 15 \text{ м/мин}$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,00$; $K_3 = 0,95$. [9]

Тогда $v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин.}$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 9} = 379 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 315}{1000} = 8,9 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{21 \cdot 8}{63} = 2,67 \text{ мин.}$$

Переход 3.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d \cdot [9]$$

Принимаем $L_{\Pi} = 2$, $L_d = 0$.

$$L = 10 + 2 + 0 = 12, \text{ мм}.$$

Рассчитаем стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda \cdot [9]$$

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 120 \text{ мин}.$$

$$T_p = 120 \cdot 1 = 120, \text{ мин}.$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об}.$$

$$v = v_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{\text{табл}} = 15 \text{ м/мин}$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,00$; $K_3 = 0,95$. [9]

$$\text{Тогда } v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 315}{1000} = 9,9 \text{ м/мин}.$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,75 \cdot 315 = 236 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{32 \cdot 8}{236} = 1,08 \text{ мин}.$$

Переход 4.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d \cdot [9]$$

Принимаем $L_{\Pi} = 2$, $L_d = 0$.

$$L = 10 + 2 + 0 = 12, \text{ мм}.$$

Рассчитаем стойкость инструментов.

$$T_p = T_M \cdot \lambda \cdot [9]$$

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 120 \text{ мин}.$$

$$T_p = 120 \cdot 1 = 120, \text{ мин}.$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об}.$$

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{табл} = 15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,00; K_3 = 0,95$. [9]

Тогда $v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин}$.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 10} = 341 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 315}{1000} = 9,9 \text{ м/мин}.$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{112 \cdot 2}{63} = 3,56 \text{ мин}.$$

2.9.6 Рассчитаем режимы обработки для операции 030 Сверлильная.

Переход 1.

$$L = L_P + L_{II} + L_D. [9]$$

Принимаем $L_{II} = 2$, $L_D = 0$.

$$L = 10 + 2 + 0 = 12, \text{ мм}.$$

Рассчитаем стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda. [9]$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$\dot{O}_i = 120 \dot{i} \dot{i} \dot{i}.$$

$$T_P = 120 \cdot 1 = 120, \text{ мин}.$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об}.$$

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{табл} = 15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,00; K_3 = 0,95$. [9]

Из паспорта станка $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 315}{1000} = 8,9 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{21 \cdot 8}{63} = 2,67 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Рассчитаем стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda \cdot [9]$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 120 \text{ мин.}$$

$$T_P = 120 \cdot 1 = 120, \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{табл} = 15 \text{ м/мин}$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,00$; $K_3 = 0,95$. [9]

Из паспорта станка $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 315}{1000} = 9,9 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,75 \cdot 315 = 236 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{32 \cdot 8}{236} = 1,08 \text{ мин.}$$

2.9.7 Рассчитаем режимы обработки на операцию 035 Сверлильная.

Переход 1.

$$L = L_P + L_{II} + L_D \cdot [9]$$

Принимаем $L_{II} = 2$, $L_D = 0$.

$$L = 14 + 2 + 0 = 16, \text{ мм.}$$

Рассчитаем стойкость инструментов.

$$T_P = T_M \cdot \lambda \cdot [9]$$

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 120 \text{ мин.}$$

$$T_P = 120 \cdot 1 = 120, \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{табл} = 15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,00; K_3 = 0,95.$ [9]

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 12} = 284 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 250 \text{ мин}^{-1}.$

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 250}{1000} = 9,4 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{16 \cdot 3}{50} = 0,96 \text{ мин.}$$

Переход 2.

$$L = L_P + L_{II} + L_D. [9]$$

Принимаем $L_{II} = 2, L_D = 0.$

$$L = 15 + 2 + 0 = 17, \text{ мм.}$$

$S_0 = 1,814 \text{ мм/об}$ (равна шагу резьбы).

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Принимаем $v_{табл} = 15 \text{ м/мин}; K_1 = 0,75; K_2 = 1,00; K_3 = 0,95.$ [9]

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 12,7} = 268 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n = 250 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12,7 \cdot 250}{1000} = 10 \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 1,814 \cdot 250 = 453,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{17 \cdot 3}{453,5} = 0,11 \text{ мин.}$$

2.9.8 Рассчитаем режимы обработки на операцию 040 Зубодолбежная.

$$m = 1,75; z = 108; \alpha = 20^\circ$$

$$L_{PX} = L_p + L_f,$$

где $L_p = 16,75 \text{ мм}$;

$$L_f = 5,25 \text{ мм} \text{ — перебег.}$$

$$L_{PX} = 16,75 + 5,25 = 22, \text{ мм.}$$

$$S_{к.табл} = 0,35 \text{ мм/дв.х.}$$

$$V_{табл} = 20 \text{ м/мин.}$$

$$S_K = S_{к.табл} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 0,8$. [9]

$$S_K = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,28, \text{ мм/дв.х.}$$

$$v = v_{табл} \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$K_3 = 1,0; K_4 = 1,2. [9]$$

$$v = 20 \cdot 1 \cdot 1,2 = 24, \text{ м/мин.}$$

Радиальная подача

$$S_p = (0,1 \dots 0,3) S_K = 0,2 \cdot 0,28 = 0,06, \text{ мм/дв.х.}$$

$$n_{дв.х} = \frac{1000v}{\pi L_{PX}} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 22} = 347, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка $n_{дв.х} = 315 \text{ мин}^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot L_{PX} \cdot n_{дв.х}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 315}{1000} = 21,8, \text{ м/мин.}$$

$$T_0 = \frac{h_1}{S_p \cdot n_{дв.х}} + \sum \frac{\pi \cdot m_t \cdot z}{S_{K1} \cdot n_{дв.х.1}}.$$

$$T_0 = \frac{3,938}{0,06 \cdot 315} + \frac{3,14 \cdot 0,75 \cdot 108}{0,06 \cdot 315} + \frac{3,14 \cdot 0,75 \cdot 108}{0,06 \cdot 315} + \frac{3,14 \cdot 0,25 \cdot 108}{0,06 \cdot 315} = 31,61, \text{ мин.}$$

2.9.9 Рассчитаем режимы обработки на операцию 050 Шлифовальная черновая.

Характеристики шлифовального круга:

Марка абразива – 24А;

Структура – 7;

Зернистость – 25;

Твердость – СМ2;

Связка – К.

Скорость резания $V=35$ м/с [9].

Подача $S_p=0,4$ мм/мин [9].

$V_3=35$ м/мин [9].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 200,05} = 55,7 \text{ об/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L}{n_3 \cdot S_p} K .$$

$$T_0 = \frac{38}{55,7 \cdot 0,4} 1,2 = 2,05, \text{ мин.}$$

2.9.10 Рассчитаем режимы обработки на операцию 055 Шлифовальная.

Характеристики шлифовального круга:

Марка абразива – 24А;

Структура – 7;

Зернистость – 25;

Твердость – СМ2;

Связка – К.

Скорость резания $V=35$ м/с [9].

Подача $S_p=0,4$ мм/мин [9].

$V_3=35$ м/мин [9].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 185,05} = 60 \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L}{n_3 \cdot S_p} K .$$

$$T_0 = \frac{22,5}{60 \cdot 0,4} 1,2 = 1,13, \text{ мин.}$$

2.9.11 Рассчитаем режимы обработки на операцию 060 Шлифовальная.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга - 250 мм.

Марка абразива – 24А;

Структура – 7;

Зернистость – 25;

Твердость – СМ2;

Связка – К.

Скорость резания $V=35$ м/с [9].

Подача $S_p= 0,4$ мм/мин [9].

$V_3=35$ м/мин [9].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 200} = 55,7 \text{ об/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L}{n_3 \cdot S_p} K .$$

$$T_0 = \frac{38}{55,7 \cdot 0,4} 1,2 = 2,05, \text{ мин.}$$

2.9.12 Рассчитаем режимы обработки на операцию 065 Шлифовальная.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга - 250 мм.

Марка абразива – 24А;

Структура – 7;

Зернистость – 25;

Твердость – СМ2;

Связка – К.

Скорость резания $V=35$ м/с [9].

Подача $S_p=0,4$ мм/мин [9].

$V_3=35$ м/мин [9].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 185} = 60 \text{ об/мин.}$$

$$T_0 = \frac{22,5}{60 \cdot 0,4} 1,2 = 1,13, \text{ мин.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Сбор исходных данных.

Эскиз операции 015 представлен на рисунок 3.1.

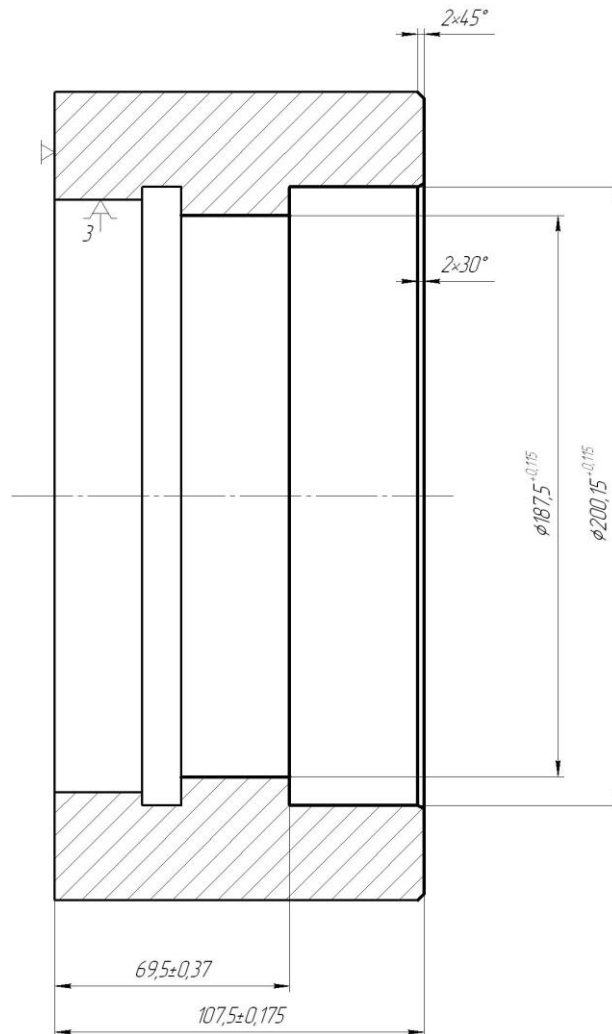


Рисунок 3.1. Эскиз операции

Расчет произведем по методике [11].

3.2 Определение сил резания.

Для последующих расчетов нужно определить составляющие силы резания P_Z и P_Y , которые рассчитываются по формуле [12]:

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , n – постоянные коэффициенты для конкретных условий обработки.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,9^{0,6} \cdot 101^{-0,3} \cdot 0,9 = 148, H \cdot$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 101^{-0,15} \cdot 0,9 = 312, H \cdot$$

3.3 Определение необходимого усилия зажима.

Определим крутящий момент от касательной составляющей силы резания, стремящийся провернуть заготовку, зажатую в кулачках:

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

Провороту заготовки препятствует момент силы зажима, рассчитываемый следующим образом:

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

где W - суммарное зажимное усилие, приходящееся на три кулачка, Н.

f - коэффициент трения, зависящий от состояния рабочей поверхности сменного кулачка.

Из равенства M_p и M_3 рассчитаем необходимое усилие зажима, которое бы препятствовало провороту изделия

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

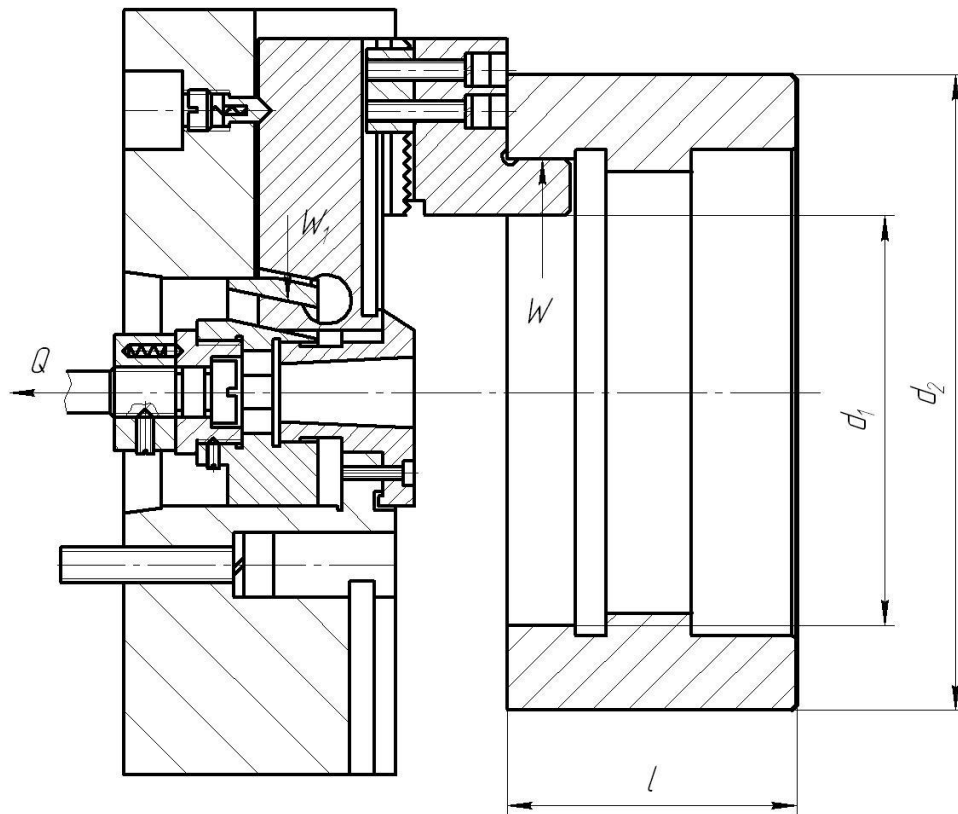


Рисунок 3.2. Схема зажима заготовки

Величина коэффициента запаса K , в зависимости от индивидуальных условий выполнения операции, рассчитывается по формуле.

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

В нашем случае K будет равен:

$$K_{pz}=1,80.$$

$$K_{py}=2,52.$$

Коэффициент трения f между кулачком и заготовкой зависит от типа его рабочей поверхности. Выберем форму рабочей поверхности кулачка с кольцевидными канавками, при этом $f = 0,3$. Подставив в формулу (3.4) выбранные данные, получим:

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 312 \cdot 250}{0,3 \cdot 200,15} = 4676, \text{ Н.}$$

Сила P_y стремится вырвать заготовку из кулачков относительно оси, создавая момент:

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

Данному моменту препятствует момент от силы зажима:

$$M_3 = \frac{2}{3} W \cdot f \cdot d_2, \quad (3.7)$$

Величина усилия зажима W_1 прикладываемая к постоянным кулачкам несколько увеличивается по сравнению с усилием W и рассчитывается по формуле:

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

где l_k - вылет кулачка; H_k - длина направляющей постоянного кулачка, мм;
 $f = 0,1$ - коэффициент трения.

Значения l_k и H_k для расчётов выбираются по принципу рассмотрения ранее разработанных конструкций.

Подставляя полученные данные, получим:

$$W_1 = \frac{4676}{1 - \left(\frac{3 \cdot 62}{80} \right) \cdot 0,1} = 6093, H .$$

3.4 Расчет механизма зажима.

Определим усилие Q , создаваемое проектируемым силовым приводом, которое зажимным механизмом усиливается и передается кулачкам.

$$Q = \frac{W_1}{i} ., \quad (3.9)$$

Для клинового механизма данное соотношение равно:

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

где α - угол клинового скоса; φ - угол трения; φ_1 - угол трения на плоской поверхности клина.

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

$$\text{Отсюда } Q = \frac{W}{i} = \frac{6093}{2,1} = 2901, H .$$

3.5 Расчёт силового привода.

Диаметр поршня пневматического цилиндра найдем по формуле:

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

P — рабочее давление среды, которое примем $P=0,4$ МПа

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 2901}{0,4} + 30^2} = 219, \text{ мм}.$$

В конструкцию станка SAMAT-400XC возможно встроить силовой привод с диаметром поршня не более 120 мм. Поэтому принимаем гидравлический привод.

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

Принимаем диаметр поршня 90 мм.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Определение исходных данных.

Модуль обрабатываемого колеса $m = 1,75$ мм.

Количество зубьев обрабатываемого колеса $z = 108$.

Угол профиля обрабатываемого колеса $\omega = 20^\circ$.

Приблизительное количество зубьев проектируемого долбяка $Z_0 = 24$.

[14]

Расчет геометрических параметров долбяка.

Рассчитаем приблизительный диаметр делительной окружности.

$$D_0 = m \cdot Z_0 = 1,75 \cdot 24 = 42, \text{ мм}.$$

Принимаем из стандартного ряда

$$D_H = 50 \text{ мм}.$$

Рассчитаем число зубьев долбяка

$$Z = \lceil D_H / m \rceil = 50 / 1,75 = 29, \text{ мм}.$$

Тогда

$$D = 1,75 \cdot 29 = 50,75, \text{ мм}.$$

Рассчитаем диаметры окружностей впадин и выступов долбяка:

$$D_{a.исх} = D + 2H_{a.исх} = D + 2,5m = 50,75 + 2 \cdot 1,75 = 54,25, \text{ мм}.$$

$$D_{f.исх} = D - 2H_{f.исх} = D - 2,5m = 50,75 - 2,5 \cdot 1,75 = 46,375, \text{ мм}.$$

Рассчитаем толщину зуба долбяка.

$$S_{исх} = 0,5 \cdot \pi \cdot m + \Delta = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 1,75 + 0,1 = 2,848, \text{ мм}.$$

где $\Delta = 0,1$. [14]

Определим минимально допустимую толщину зуба долбяка на окружности выступов

$$S_{a\min} = 0,51\sqrt{m} = 0,51\sqrt{1,75} = 0,675, \text{ мм}$$

Рассчитаем величину смещения исходного сечения долбяка.

$$D_{ai} = D_{a_{исх}} + 2A_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_o ;$$

$$D_{a1} = 54,25 + 2 \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ = 54,67, \text{ мм} .$$

$$D_{a2} = 54,25 + 2 \cdot 8 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ = 55,932, \text{ мм} .$$

$$\Omega_{ai} = \arccos \left(\frac{D}{D_{ai}} \cos \Omega \right)$$

$$\Omega_{a1} = \arccos \left(\frac{50,75}{54,67} \cos 20,171^\circ \right) = 0,717 \text{ рад}$$

$$\Omega_{a2} = \arccos \left(\frac{50,75}{55,932} \cos 20,171^\circ \right) = 0,705 \text{ рад}$$

$$S_{ai} = D_{ai} \left(\frac{S_{исх}}{D} + \operatorname{inv} \Omega - \operatorname{inv} \Omega_{ai} \right),$$

$$S_{a1} = 54,67 \left(\frac{2,848}{50,75} + \operatorname{inv} 0,352 - \operatorname{inv} 0,717 \right) = 4,557 \text{ мм}$$

$$S_{a2} = 55,932 \left(\frac{2,848}{50,75} + \operatorname{inv} 0,352 - \operatorname{inv} 0,705 \right) = 4,165 \text{ мм}$$

По найденным значениям S_{a1} и S_{a2} , рассчитываем величину смещения исходного сечения долбяка A , соответствующую найденной.

Величине $S_{a.min}$ соответствует

$$A = 4,397.$$

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1};$$

$$x \rightarrow A, y \rightarrow S_{amin};$$

$$\frac{A - A_1}{A_2 - A_1} = \frac{S_{amin} - S_{a1}}{S_{a2} - S_{a1}} ;$$

$$A = \frac{(A_2 - A_1)(S_{amin} - S_{a1})}{S_{a2} - S_{a1}} + A_1 = 4,397 .$$

Определяем предел стачивания долбяка.

Определяем диаметры впадин и выступов нового долбяка

$$D_a^{\text{HOB}} = D_{a_{исх}} + 2A \operatorname{tg} \alpha_o = 54,25 + 2 \cdot 4,397 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ = 55,174, \text{ мм} .$$

$$D_f^{\text{HOB}} = D_{f_{исх}} + 2A \operatorname{tg} \alpha_o = 46,375 + 2 \cdot 4,397 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ = 47,299, \text{ мм} .$$

$$S_{\text{нов}} = S_{исх} + 2A \operatorname{tg} \alpha_o \operatorname{tg} \Omega = 2,848 + 2 \cdot 4,397 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ \operatorname{tg} 20,171^\circ = 3,188, \text{ мм} .$$

$$S_a^{\text{HOB}} = D_a^{\text{HOB}} \left(\frac{S_{\text{HOB}}}{D} + \text{inv} \Omega - \text{inv} \Omega_a^{\text{HOB}} \right) = 55,174 \left(\frac{3,188}{50,75} + \text{inv} 20,171^\circ - \text{inv} 60,62^\circ \right) = 1,244 \text{ mm}$$

$$\Omega_a^{\text{HOB}} = \arccos \left(\frac{D}{D_a^{\text{HOB}}} \cos \Omega \right) = \arccos \left(\frac{50,75}{55,174} \cos 20,171^\circ \right) = 0,529 \text{ rad} = 60,62^\circ.$$

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарный станок SAMAT-400XC оснащенный системой программного управления	40Х, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Токарная операция	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок СА500СФЗК оснащенный системой программного управления

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
		труда	
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

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

Таблица 5.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарный станок SAMAT-400XC оснащенный системой программно	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопровода

1	2	3	4	5	6
		управления	веществ и материалов (В)		щие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, ящики с	Пожарные автомобили и пожар	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения	Напорные пожарные рукава	Веревки пожарные карабины пожарные противого	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

1	2	3	4	5	6	7	8
песком, пожарные краны	ные лестницы	отушения	щения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	и рукавные разветвления	зы, респираторы		

Таблица 5.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
1	2	3
Точение	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком,

1	2	3
	станков	обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования).	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5
Точение	Токарный станок SAMAT-400XC	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукт	Основная часть отходов должна храниться в

1	2	3	4	5
	оснащенный системой программного управления			металлических контейнерах

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Точение
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

5.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления зубчатого венца бетоносмесителя. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 025 – Токарная	
<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC. <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый самоцентрирующий. <u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,28$ мин	<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC. <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый самоцентрирующий автоматизированный. <u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,28$ мин

Описанные, в таблице 6.1, условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 5000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного

материала. Однако, если проектным вариантом техпроцесса не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;

- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [23], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 6.1.

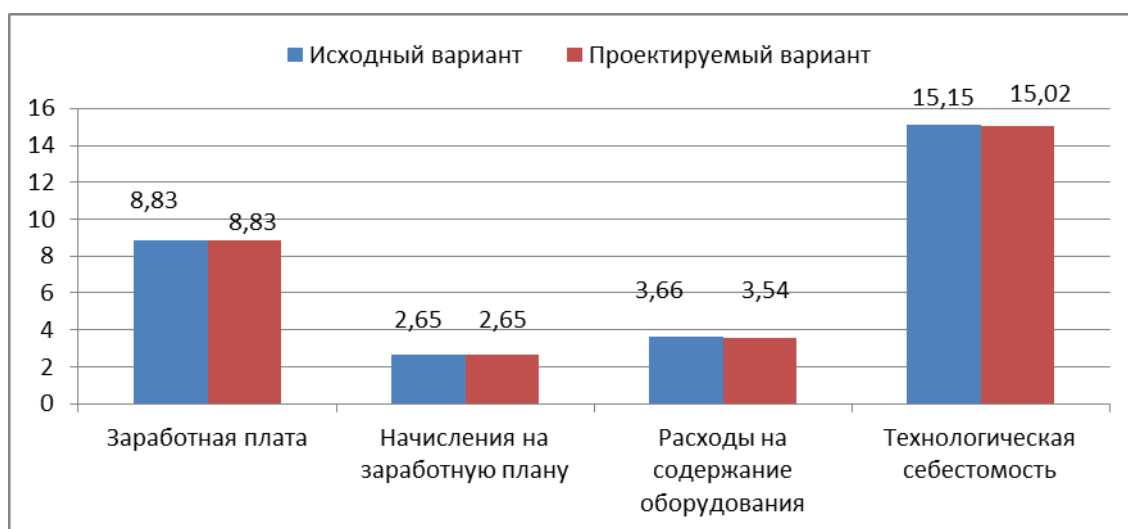


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию только по расходам на содержание и эксплуатацию оборудования, и это естественно, т.к. изменения по рассматриваемым операциям коснулись только оборудования без изменения времени обработки. Не смотря на незначительное изменение технологической себестоимости можно выдвинуть предположение о возможной эффективности предложенных изменений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 1832,1 руб., в состав которой входят затраты на инструмент и приспособление.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [23], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
1	Полная себестоимость	<i>C_{полн}</i> , руб.	47,43	47,31
2	Чистая прибыль	<i>П_{чист}</i> , руб.	680	
3	Срок окупаемости инвестиций	<i>T_{ок}</i> , лет	4	
4	Общий дисконтированный доход	<i>Д_{общ. диск.}</i> , руб.	2154,92	

5	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД, руб.}$	292,9
6	Индекс доходности	ИД, руб.	1,16

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно: получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 292,9 руб.; рассчитано значение срока окупаемости – 4 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия; и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,16 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами был выполнен технологический процесс изготовления венца зубчатого, согласно современному состоянию науки и техники. Техпроцесс оснащен современным оборудованием и прогрессивными технологическими средствами.

На операцию 015 Токарная чистовая разработано станочное приспособление – патрон трехкулачковый клинового типа с автоматическим зажимом.

На операцию 040 Зубодолбежная разработан режущий инструмент – зуборезный долбяк.

В работе проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
2. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
3. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 320 с.
4. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 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. Иванов М. Н. Детали машин : учеб. для втузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. - Изд. 12-е, испр. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 407 с.
7. ГОСТ 7505-89. Поковки штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
8. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.
9. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
10. 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.
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. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.
13. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.
14. Резников Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента: электронное учеб. пособие / Л.А.Резников. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. – 208 с.
15. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
16. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
18. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
19. 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.
20. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

21. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 2. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 960 с.

22. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 3. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

23. Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.

24. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

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

ПРИЛОЖЕНИЯ

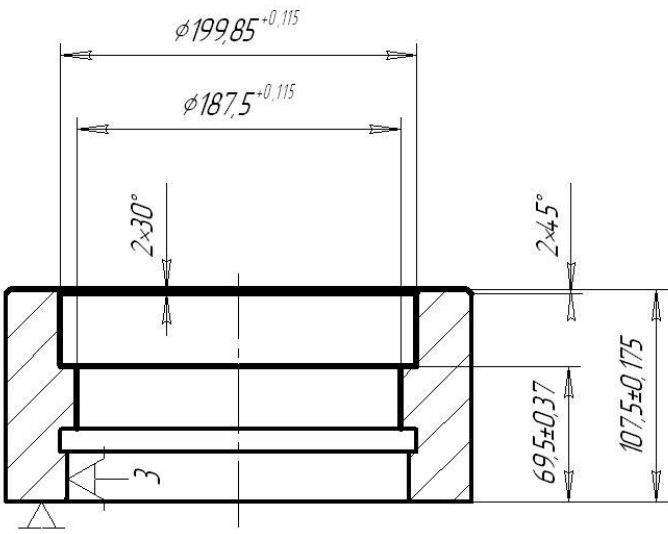
Дробл.																					
Взам.																					
Плодл.																					
Разработал	Сыроев																				
Проверил	Резникоб																				
Утвердил																					
Н. кантор	Венец зубчатый																				
М01	Сталь 40X ГОСТ 4543-71																				
	Код	ЕВ	Уч	РМ	Опер	Уч	РМ	Код	Н. пассж.	КИМ	Код	заготовки	Профиль	и размеры	КО	МБ					
М02		166			155				06			4 1211X	φ264x114			1	257				
А	Цех	Уч	РМ	Код			наименование операции	ОМ		послб.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Типс	Тшт	Тшт	
Б	Код																				
А03	XX XX XX 000 4280 Заготовительная XXXXX ИОТ ИЗ7.101.7000-XX																				
Б04	ГКШП																				
05																					
А06	XX XX XX 005 4112 Токарная черновая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.																				
Б07	381111 XXXX SAMAT-400XC 2 18225 422 1P 1 1 1 1 100 1 8 144																				
0.08	Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 250.5_{\pm 0.016}$; 86 ± 0.18 ; $\varnothing 200.65_{\pm 0.040}$; $\varnothing 188_{\pm 0.04}$; 35 ± 0.15 .																				
Т.09	396110 XXXX Патрон самоцетра; 392841.XXXX Центр цтарный; XXXXX.XXXX цпар откидной;																				
Т.10	392104.XXXX(2) Резец механ.ч Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-продка.																				
Т.11	393120.XXXX Калибр-скода.																				
12.																					
А.13	XX XX XX 010 4112 Токарная черновая ИОТ ИЗ7.101.7001-93.																				
Б.14	381111 XXXX SAMAT-400XC 2 18225 422 1P 1 1 1 1 100 1 8 160																				
0.15	Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 250.5_{\pm 0.016}$; 108 ± 0.18 ; $\varnothing 185.5_{\pm 0.040}$; $\varnothing 200.5_{\pm 0.040}$; 84.5 ± 0.15 ; 13 ± 0.15 .																				
Т.16	396110 XXXX Патрон самоцетра; XXXXX.XXXX Упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механ.ч Т5К10;																				
МК																					

Лист 2										
А	Цех	Ч4	Р11	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа				
						ОП	проф.	Р	УТ	КР
Б	Код наименования обработки									
Т.19	393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ Калибр-продка; 393120.ХХХХ Калибр-скоба.									
20										
А.21	ХХ ХХ ХХ 015 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.7001-93.									
Б.22	381111 ХХХХ САМАТ-400ХС 2 18225 422 1Р 1 ^{+0,115} 1 1 100 1 8 1,14									
0.23	Точить поверхность, выдерживая размеры 107.75±0.1; Ø199.85 ^{+0,15} ; Ø187.5 ^{+0,1} ; 35±0.15.									
Т.24	396110 ХХХХ Патрон самоцента; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной; 392104.ХХХХ(2) Резец механич. ВК4.М;									
Т.25	393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ Калибр-продка; 393120.ХХХХ Калибр-скоба.									
26										
А.27	ХХ ХХ ХХ 020 4112 Токарная черновая ИОТ И37.101.7001-93.									
Б.28	381111 ХХХХ САМАТ-400ХС 2 18225 422 1Р 1 ^{+0,16} 1 1 100 1 8 1,60									
0.29	Точить поверхность, выдерживая размеры Ø250 _{0,2} ; 107 _{0,2} ; Ø184.75 ^{+0,16} ; Ø200 ^{+0,16} ; 84.5±0.15; 13 ^{+0,15}									
Т.30	396110 ХХХХ Патрон самоцента; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной; 392104.ХХХХ(2) Резец механич. Т5К10.									
Т.31	393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ Калибр-продка; 393120.ХХХХ Калибр-скоба.									
32										
А.33	ХХ ХХ ХХ 025 4121 Сверлильная ИОТ И37.101.7015-00.									
Б.34	381213 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Вертик.-сверл. ^{+0,036} 2 322 1Р 1 1 1 100 1 5 10,83									
0.35	Центровать и сверлить 8 отверстий Ø9 ^{+0,036} на длину 35±0.3; сверлить 2 сквозных отверстия φ10 ^{+0,036} .									
0.36	нарезать резьбу М10 в отверстиях на длину 30±0.26.									
Т.37	396181.ХХХХ Приспособление самоцента; ХХХХХХ.ХХХХ(2) Сменные призмы; 391267.ХХХХ(2) Сверло									
Т.38	спиральное Р6М5; 393111(2) Калибр-продка; 393111 Калибр резьбовой.									
39										
А.40	ХХ ХХ ХХ 030 4121 Сверлильная ИОТ И37.101.7015-00.									
Б.41	381213 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Вертик.-сверл. ^{+0,036} 2 322 1Р 1 1 1 100 1 5 4,75									
МК										

		Лист 3										
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции		Обозначение документа					
					Код наименования обработки	СМ	Сварф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
0.42	Центровать и сверлить 8 отверстий Ø9 ^{+0,050} на длину 35±0,3; нарезать резьбу М10 в 8 отверстиях											
0.43	на длину 30±0,26.											
Т.44	396181.ХХХХ Приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХХХ(2) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло											
Т.45	спиральное Р6М5; 393111 Калибр-пробка; 393111 Калибр резьбовой.											
46												
А.47	ХХ ХХ ХХ 035 4121 Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.7015-00.											
Б.48	381213 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Ведущ.-сверл. 2 322 1Р 1 1 100 1 5 2,14											
0.49	Сверлить 3 отверстия Ø12 ^{+0,043} насквозь; выдерживать размеры 33 ^{±30'} ; 22 ^{±30'} ; нарезать											
0.50	резьбу G1/2" в отверстиях насквозь.											
Т.51	396181.ХХХХ Приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХХХ(2) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло											
Т.52	спиральное Р6М5; 393111 Калибр-пробка; 393111 Калибр резьбовой.											
53												
А.54	ХХ ХХ ХХ 040 4272 Зубодолбежная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ											
Б.55	381631 ХХХХ 5140 Зубодолбежный 2 18632 322 1Р 1 1 100 116 34,61											
0.56	Долбить внутренние зубья т=1,75 мм, z=108, α=20°.											
Т.57	396181.ХХХХ приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХ патрон цанговый; 391822.ХХХХ Долбяк											
Т.58	зуборезный хвостовой т=1,75 Р6М5; 393111.ХХХХ ШЦ-И-100-0,05; 393120.ХХХХ Калибр.											
59												
А.60	ХХ ХХ ХХ 045 Термическая (закалка) ИОТ ИЗ7.101.70715-07.											
Б.61	ТВ4											
62												
А.63	ХХ ХХ ХХ 050 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.7419.1-00.											
Б.64	38131Х ХХХХ 3К228А Внутршлифов. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 3,05											
МК												

		Цех	Ч4	Р11	Опер	Код наименования операции	С1	проф.	Р.д.ис	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глоз	Тшт	
Лист 4																		
А																		
Б						Код наименования обработки												
0.69						Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $\phi 199,95^{+0,15}_{-0,2}$												
Т.70						39611Х.ХХХХ Патрон лободкы; 39284.1.ХХХХ Центр брашующийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;												
Т.71						398110.ХХХХ Головка шлифовальная 150х30х60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;												
Т.72						393120.ХХХХ(2) скоба индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр.												
73																		
А.74						ХХ ХХ ХХ 055 Шлифовальная ИОТ ИВ7.101.74.19.1-00.												
Б.75						38131Х ХХХХ ЗК228А Внутршлифов. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,13												
0.76						Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $\phi 184,95^{+0,15}_{-0,2}$												
Т.77						39611Х.ХХХХ Патрон лободкы; 39284.1.ХХХХ Центр брашующийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;												
Т.78						398110.ХХХХ Головка шлифовальная 150х30х60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;												
Т.79						393120.ХХХХ(2) скоба индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр.												
80																		
А.81						ХХ ХХ ХХ 060 Шлифовальная ИОТ ИВ7.101.74.19.1-00												
Б.82						38131Х ХХХХ ЗК228А Внутршлифов. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,55												
0.83						Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 200^{+0,15}_{-0,2}$												
Т.84						39611Х.ХХХХ Патрон лободкы; 39284.1.ХХХХ Центр брашующийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;												
Т.85						398110.ХХХХ Головка шлифовальная 150х30х60 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;												
Т.86						393120.ХХХХ скоба индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр.												
87																		
А.88						ХХ ХХ ХХ 065 Шлифовальная ИОТ ИВ7.101.74.19.1-00.												
Б.89						38131Х ХХХХ ЗК228А Внутршлифов. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 10 2,55												
0.90						Шлифовать поверхность, выдерживая размер $\phi 185^{+0,15}_{-0,2}$												
Т.91						39611Х.ХХХХ Патрон лободкы; 39284.1.ХХХХ Центр брашующийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;												
МК																		

Экз.	Лист	Кол.	Шрифт	Дат.	Имя	Номер	Лист	Кол.	Шрифт	Дат.	Имя	Номер
							1					
Разработчик	Сыроев											
Проверен	Резникоб											
Нормировщик												
ТУ												
Кафедра ОТМП												
Венец зубчатый										ДП	15	



$\nabla Ra 6,3$

Детал.																					
Взам.																					
Подп.																					
																					Листов 1 / Лист 1
Разработ				Сычев	Кафедра ОТМП																
Проверил				Резников	Кафедра ОТМП																
Исполн.																					
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД						
Токарная чистовая с ЧПУ				40Х ГОСТ 4543-71			166		15,5			φ67х463			25,7 1						
Обработка центристой ЧПУ				Обозначение программы			Т _о	Т _б	Т _а		Т _{шт}					СОЖ 5% Укринол					
Токарный с ЧПУ SAMAT-400XS				-			0,57		1,0		1,57										
P				ПН		L									S	p	n				М/МИН
0.02																					
T.02	1. Установить и снять заготовку				396110.XXXX Патрон самоцентрир.; XXXXX.XXXX Упор откидной.																
0.04	2. Точить поверхность выдерживая размер 107,5±0,175, выполнить фаску 2x45 ⁰ .																				
T.03	392104.XXXX Резец контурный правый с пластиной ВК4М; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1.																				
P.06				1	107,5	100	0,25	1	0,9	125	98										
0.07	3. Точить внутренние поверхности, выдерживая размеры φ187,5 ^{+0,115} , 69,5±0,37; φ199,85 ^{+0,115} .																				
T.08	392104.XXXX Резец расточный ВК4М; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; Калибр-пробка.																				
P.09				1	199,85	100	0,25	1	0,9	160	101										
0.09																					
0.10																					
0.11																					
0.12																					

		Листов 1		Лист 1		
Детал.						
Взам.						
Подп.						
Разроб	Сычев	<i>Кафедра ОТМП</i> <i>Колесо солнечное</i>				
Проверил	Резникоб					
Начинпр.			Цех	Уч.	РТУ	Опер.
Номенклатурные операции	Материал		МЗ			КОМД
Зубодоблечная	40Х ГОСТ 4543-71					257 1
Обработка центристой ЧПУ	Обозначение программы	Тн	Тнз	Тшт	СОЖ	
Зубодоблечный станок 5140	-	3/61	10,89	425	5% Укромол	
Р	Пк	Диаметр	L	t	S	
Ø1						
Ø2						
Т.Ø2						
Ø4						
Т.Ø5						
Р.Ø6		1	189	100	0,06 1 315 218	
Ø7						
Ø8						
Ø9						
Ø8						
Ø1						
Ø2						
<p>1. Установить и снять заготовку 396110.XXXX Патрон самоцентрирующийся.</p> <p>2. Долбить зчдьба m=1,75 z=108, α=20°, выдерживая размер 189^{+0,012}.</p> <p>XXXXXX.XXXX Дольбяк с хвостовиком m=1,75 P6M5; 393111.XXXX ШЦ-И-200-0,05.</p>						

OK